

**GERENCIAMENTO DAS AÇÕES AMBIENTAIS  
RELATÓRIO Nº 16 – JULHO À DEZEMBRO DE 2007**

**UHE SANTA CLARA – MARÇO/2007**



<b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>1</b>
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>1 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
<b>2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO MUCURI .....</b>	<b>4</b>
<b>3 PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS.....</b>	<b>55</b>
<b>4 PROJETO SEDE DOS PESCADORES: PISCIGRANJA.....</b>	<b>81</b>
<b>5 PROJETO DE MECANISMO DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES</b>	<b>82</b>
<b>6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO</b>	<b>85</b>
<b>7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO.....</b>	<b>87</b>
<b>7.1 MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS SUBMERSOS .....</b>	<b>87</b>
<b>7.2 MONITORAMENTO TOPOBATIMÉTRICO .....</b>	<b>100</b>
<b>8 PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR</b>	<b>101</b>
<b>8.1 PROJETO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS NATIVAS.....</b>	<b>101</b>
<b>8.2 PROJETO DE REFLORESTAMENTO CILIAR .....</b>	<b>103</b>
<b>9 PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS</b>	<b>106</b>
<b>10 PROGRAMA DE RESGATE ARQUEOLÓGICO DO SÍTIO COLÔNIA SANTA CLARA.....</b>	<b>108</b>

## EQUIPE TÉCNICA

A equipe Técnica da Limiar Engenharia Ambiental responsável pela implementação e/ou acompanhamento dos projetos ambientais na área de influência da UHE Santa Clara é composta pelos seguintes profissionais:

Diretoria Técnica Geral	
Virgínia Campos	Engenheira Civil CREA 26714/D

Equipe Técnica	Formação Registro Profissional	Responsabilidade
Rogério Yukio Suzuki	Engenheiro Químico CRQ 02301399-2ªR	Gerência técnica
Flávia Lima Dolabella Teixeira da Costa	Engenheira Química CRQ 02301439-2ªR	Coordenação, Integração, Limnologia e Qualidade da Água
Charles Pierre Parreiras	Sociólogo	Socioeconomia, Colônia Z9
Michel Kazuo Takahashi Obara	Biólogo CRBio 49074/04-D	Transposição de peixes
Lucas Grandinetti Amado de Sousa	Biólogo CRBio 44067/04-D	Revisão final de transposição de peixes
Ricardo Alves	Engenheiro Agrônomo CREA MG 69808/D	Revegetação, Hidrossedimentologia, PRAD
Raphael Romanizio	Publicidade e Comunicação Social MT46211.003395/00-37	Comunicação Social e Educação Social
Robélia Gabriela Firmiano de Paulo	Engenheira Hídrica CREA MG 91 011/D	Hidrologia
Rodrigo Augusto Ferreira	Desenhista	Desenho

Colaboradores	Formação Registro Profissional	Responsabilidade no Projeto
Sylvia Therese Meyer	Bióloga CRBio 04728-4ªR	Macrófitas
Maria Margarida Granate Sá e Melo Marques	Bióloga CRBio 306911-4ªR	Hidrobiologia - Limnologia e Qualidade da Água
Rodrigo Antônio Santos de Pontes (Visão Ambiental)	Engenheiro Químico CRQ 02301056-2ªR	Coleta e Análises Físico-Químicas
Vinícios José Pompeu dos Santos (Visão Ambiental)	Biólogo CRBio 08914-4ªR	Coleta e Análises Hidrobiológicas



## APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar ao IBAMA as atividades ambientais e principalmente os resultados dos trabalhos realizados no período compreendido entre julho e dezembro de 2007 do Aproveitamento Hidrelétrico Santa Clara, localizado nos municípios de Nanuque e Serra dos Aimorés em MG, e Mucuri na BA.

As ações ambientais apresentadas referem-se aos trabalhos planejados para o período em conformidade com o Plano de Controle Ambiental (LIMIAR, 1998) e condicionantes estabelecidas pelo IBAMA nas Licenças de Instalação e Operação.

A seguir é apresentado um resumo das atividades executadas incluindo uma síntese dos resultados até então obtidos.

# 1 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Os programas de Comunicação Social e Educação Ambiental têm como foco atual a cooperação com outros programas, de forma a potencializar efeitos positivos e produzir melhorias ambientais concretas. As atividades estão voltadas para publicações de matérias no jornal local, Jornal Folha de Nanuque.

No segundo semestre de 2007, foi elaborada uma matéria sobre o Monitoramento e Controle de Macrófitas no reservatório da UHE Santa Clara. Essa matéria explicou o que são as macrófitas e os problemas que causam se não houver um controle adequado. Explicou também como funciona o programa de monitoramento, que acontece desde outubro/2002.

Em novembro, a matéria foi publicada na Folha de Nanuque.

4
Folha de Nanuque
05 a 10 de novembro de 2007

**Informe UHE Santa Clara**

## Título: Monitoramento de Macrófitas

A CESC - Companhia Energética Santa Clara desenvolve vários projetos direcionados ao meio ambiente. Um deles é o Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas. Macrófitas são plantas que vivem dentro d'água, no reservatório da usina, e têm característica invasiva. A proliferação exagerada dessas plantas deve ser controlada para não prejudicar a navegação e a qualidade da água do reservatório.

Dessa forma, a realização desse Programa é importante para acompanhar e comparar a expansão ou a redução das comunidades de macrófitas em relação aos eventos já realizados. O levantamento periódico das comunidades de plantas aquáticas também visa a proposição de medidas e ações de manejo e controle.

O Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas acontece desde outubro de 2002, totalizando até hoje 12 campanhas. O trabalho é realizado por um biólogo especializado no tema. O técnico percorre todo o espelho d'água para avaliar os pontos de ocorrência de macrófitas nas margens, braços e no corpo principal do reservatório.

**Parceria**

Desde o ano de 2003, a CESC estabelece convênios com a Colônia 29 de Pescadores Profissionais, de Nanuque.

Os convênios são orientados para a retirada de macrófitas na área do reservatório. A iniciativa surgiu como forma de controle das plantas que se acumulam principalmente na região de



**O monitoramento é realizado periodicamente para avaliar a expansão e a redução das comunidades de macrófitas.**

**Governo estadual quer cancelar dívida do Fundomaq.**

O governador Aécio Neves enviou, nesta sexta-feira (09/11), à Assembleia Legislativa, projeto de lei do Governo do Estado que concede o pagamento das últimas parcelas dos financiamentos contraindidos pelos municípios mineiros junto ao Fundomaq, criado para subsidiar a renovação da frota de equipamentos e maquinários. Pelo decreto, as prefeituras que quitaram suas dívidas até dezembro deste ano terão a dívida restante cancelada. A medida beneficiará cerca de 800 municípios mineiros que passam, a partir de janeiro, a ser os proprietários dos equipamentos.

"Todos os municípios que honraram seus compromissos, até dezembro, portanto, não têm parcelas a pagar, portanto, não haverá a dívida em dezembro, portanto, não haverá a dívida em dezembro, portanto, não haverá a dívida em dezembro", afirmou o governador.

O governador ressaltou que a medida só foi possível em função de um entendimento com o Tesouro Nacional que estabeleceu a operação de crédito entre estes estados, o que inviabilizou as prefeituras de contrair outros empréstimos.

O Fundomaq foi criado, em 2005, por meio do Programa Maquiagem para o Desenvolvimento com o objetivo de auxiliar as prefeituras a renovar suas frotas de ônibus, microônibus, tratores, caminhões, retroscavadeiras, pácarregadeiras e motoniveladoras. O programa ultrapassou a cota de 1.300 equipamentos com investimentos de aproximadamente R\$ 212 milhões. A população beneficiada é estimada em mais de 12 milhões de pessoas.

remanso, melhorando a navegabilidade do reservatório e evitando-se interferências na qualidade da água.

A remoção das plantas é feita através do deplecionamento do reservatório. O nível da água é baixado para que as macrófitas se depositem nas margens do lago. Logo em seguida, o material é removido manualmente pelos pescadores para áreas acima do nível normal do reservatório, onde irão se decompor.

MATÉRIA: "MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS", JORNAL FOLHA DE NANUQUE – 5 A 10 DE NOVEMBRO DE 2007.

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

### *INTRODUÇÃO*

Embora o monitoramento tradicional da qualidade de água seja feito com base em variáveis físicas e químicas (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, por exemplo), é cada vez mais aceito que os melhores métodos para avaliar o grau de deterioração dos cursos d'água são aqueles que se baseiam nas respostas das comunidades biológicas às modificações no seu ambiente.

As vantagens dos métodos biológicos de avaliação de qualidade de água em relação aos métodos físicos e químicos, que medem diretamente a poluição, são que estes representam apenas o estado da água em um determinado ponto e em um determinado momento. Assim variações significativas entre dois momentos de amostragem são facilmente perdidas e, portanto não consideradas.

Em contraste, as comunidades biológicas de um rio dependem dele 24 horas por dia e são sensíveis bastantes para mostrar os efeitos mesmo de um impacto bastante suave e antigo. É enorme o volume de literatura específica sobre o tema que mostra o quanto o uso de comunidades biológicas é mais preciso e realista para avaliar a qualidade ambiental dos rios e lagos do que apenas medidas físicas e químicas tomadas a partir de amostras de água (Rosenberg e Resh, 1993; Marques e Barbosa, 2001).

Os numerosos efeitos adversos do represamento de um rio para o meio ambiente são bem documentados. É inquestionável que as represas causam mudanças fundamentais na estrutura da comunidade aquática e no funcionamento do ecossistema, à medida que o curso d'água, naturalmente contínuo e de fluxo livre, é transformado em segmentos de rio interrompidos por represamentos. Entretanto, os benefícios econômicos e humanos podem ser consideráveis, e com práticas de manejo e medidas de conservação adequadas os efeitos negativos podem ser minimizados.

A primeira fase do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas do Rio Mucuri foi realizada de março de 2001 a abril de 2004, compreendendo a construção, enchimento do reservatório e primeiros meses de operação da usina. As campanhas ocorreram quadrimestralmente.

A segunda fase do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas do Rio Mucuri iniciou em maio de 2004, 30 meses após o fechamento da barragem. As campanhas ocorrerão em períodos chaves (seca e chuva) das estações climáticas, ocorrendo duas campanhas anuais. A primeira delas, que caracterizou o período de seca, aconteceu nos dias 23 a 25 de agosto de 2004. A segunda campanha desta fase foi realizada nos dias 23 a 25 de fevereiro de 2005 e a terceira, em 01 a 03 de agosto do mesmo ano. A primeira campanha de 2006 ocorreu entre os dias 06 e 08 de março e a segunda, entre 22 e 24 de agosto. No ano de 2007 realizou-se a primeira campanha de 27 a 29 de março e a segunda de 26 a 28 de agosto, totalizando sete amostragens.

Neste sentido, esse item visa apresentar os resultados do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas do Rio Mucuri, na área de influência da UHE Santa Clara.

## METODOLOGIA

Neste relatório será apresentada a consolidação dos resultados obtidos de 2001 a 2007. As primeiras campanhas foram realizadas em 27 de março e 9 de julho de 2001, na fase de instalação do empreendimento. Em 24 de outubro de 2001 realizou-se uma campanha de amostragem, visando caracterizar as águas no período que antecedeu ao fechamento da barragem. As campanhas realizadas a partir de março de 2002 visaram caracterizar as alterações sofridas pelo ambiente, após o formação do lago. Em março/2001, somente os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos foram coletados. Nas demais foram monitorados os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, bem como as comunidades bióticas - fitoplâncton, zooplâncton e zoobênton.

Durante a primeira fase do Programa, a rede de amostragem era composta por 4 pontos de coleta - MUC-01 a MUC-04. Os códigos, a descrição dos pontos e suas coordenadas geográficas estão na Tabela 2.1 abaixo.

TABELA 2.1  
DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Código	Descrição	Latitude (S)	Longitude (W)
MUC-01	Rio Mucuri, logo a montante da área de remanso do reservatório da UHE Santa Clara, estando a jusante do núcleo urbano do município de Nanuque e do frigorífico Frisa	17°50'34"	40°19'21"
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	17°53'48"	40°12'34"
MUC-03	Rio Mucuri logo após o eixo da barragem e a área da casa de força da UHE Santa Clara.	17°53'49"	40°11'50"
MUC-04	Rio Mucuri a jusante da área da casa de força da UHE Santa Clara (trecho de estabilização do fluxo d'água)	17°54'09"	40°11'44"

Como apresentado no Relatório nº 09, a rede de monitoramento para a segunda fase é coincidente com a da primeira fase, composta pelos 4 pontos de amostragem - MUC-01 a MUC-04. Deve-se ressaltar que a partir de março de 2004 o ponto MUC-01 foi deslocado para montante, portanto antes do lançamento do frigorífico FRISA, devido à falta de autorização para acesso ao ponto (o ponto localizava-se na propriedade deste frigorífico). As coordenadas são latitude 17°50'17" S e longitude 40°20'16" W.

Neste relatório consta a consolidação dos resultados físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos de dezessete campanhas de amostragem, sendo as três primeiras realizadas em 2001, três em 2002, outras três em 2003, e duas por ano em 2004, 2005, 2006 e 2007. A data e período hidrológico das coletas estão apresentados no quadro abaixo.

QUADRO 2.1  
DATAS E PERÍODO HIDROLÓGICO DAS CAMPANHAS DE CAMPO

CAMPANHA	DATA	PERÍODO
1 <sup>a</sup>	março/2001	transição entre chuva e seca
2 <sup>a</sup>	julho/2001	seca
3 <sup>a</sup>	outubro/2001	transição entre seca e chuva
4 <sup>a</sup>	março/2002	transição entre chuva e seca
5 <sup>a</sup>	junho/2002	seca
6 <sup>a</sup>	outubro/2002	transição entre seca e chuva
7 <sup>a</sup>	janeiro/2003	chuva
8 <sup>a</sup>	maio/2003	transição de chuva para seca
9 <sup>a</sup>	setembro/2003	transição entre seca e chuva
10 <sup>a</sup>	março/2004	transição entre chuva e seca
11 <sup>a</sup>	agosto/2004	seca
12 <sup>a</sup>	fevereiro/2005	chuva
13 <sup>a</sup>	agosto/2005	seca
14 <sup>a</sup>	março/2006	chuva
15 <sup>a</sup>	agosto/2006	seca
16 <sup>a</sup>	março/2007	chuva
17 <sup>a</sup>	agosto/2007	seca

Em anexo, encontram-se os certificados das análises físico-químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas da campanha de agosto de 2007. Os demais já foram encaminhados em relatórios anteriores.

#### ***Parâmetros Analisados***

Os parâmetros avaliados, para ambas etapas do monitoramento, em cada ponto de amostragem estão descritos a seguir:

- Físico-químicos: acidez total em  $\text{CaCO}_3$ , alcalinidade total em  $\text{CaCO}_3$ , cloretos, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{DBO}_{5 \text{ dias}}$ ), 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, turbidez;
- Biológicos: coliformes fecais, coliformes totais, estreptococos fecais, fitoplâncton, zoobênton e zooplâncton.

A partir da coleta de junho/02, o ponto no reservatório (MUC-02) passou a ser monitorado em profundidade (MUC-02P) para os seguintes parâmetros: OD, temperatura, pH, condutividade elétrica e fitoplâncton.

O monitoramento do molusco *Biomphalaria* está sendo realizado durante o monitoramento da qualidade da água, como um procedimento operacional, de tal forma a avaliar o crescimento de sua população e subsidiar medidas de controle caso necessárias.

#### ***Procedimentos de Coleta e Tratamento das Amostras***

As normas e cuidados empregados na coleta de efluentes líquidos de cursos hídricos foram executados pelo laboratório Visão Ambiental Ltda., os quais se baseiam na NBR 9898, que dispõe sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Utilizam-se também



as terminologias indicadas pela NBR 9896 e as disposições sobre procedimentos e planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores descritos na NBR 9897. As coletas hidrobiológicas empregadas seguem as normas e indicações sugeridas no Guia de Coleta e Amostragem da CETESB, 1ª edição, 1988.

Sendo a coleta parte integrante do processo analítico, a sua execução é um fator contribuinte para uma fidelidade dos resultados. O técnico designado para efetuar-la foi devidamente treinado sobre as técnicas de amostragem e preservação, medidas de segurança, manuseio dos equipamentos utilizados em campo, técnicas de preservação das amostras, conhecimento da localização dos pontos e condições atípicas nos referidos locais. Todas as coletas realizadas foram acompanhadas por um Engenheiro Químico e/ou um Biólogo, com experiência e conhecimentos práticos e teóricos a respeito das técnicas de amostragem. Ressalta-se que as amostras do mês de março de 2001 foram coletadas por biólogos contratados, e processadas pelo laboratório Sanear Engenharia Sanitária Ltda.

#### **Métodos Analíticos Utilizados**

Os métodos analíticos utilizados foram os mais aceitos internacionalmente, cientificamente reconhecidos, presentes no APHA - Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater, conforme recomendado pela Resolução CONAMA 357/05, Art. 41.

QUADRO 2.2  
PARÂMETROS E MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS NAS ANÁLISES LABORATORIAIS

Parâmetros	Método Analítico	Unidade	Limite Mínimo de Detecção
<b>PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</b>			
<i>Acidez total</i>	Volumetria - neutralização com solução normalizada de NaOH	mg/L	1,0 mg/L
<i>Alcalinidade total</i>	Volumetria - neutralização com solução normalizada de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	mg/L	1,0 mg/L
<i>Cloretos</i>	Método espectrofotométrico do Tiocianato de Mercúrio (HACH)	mg/L	1,0 mg/L
<i>Condutividade elétrica</i>	Medida eletrométrica. Condutivímetro	μ S/cm (micro siemens/cm)	0,01 μS/cm
<i>Demanda bioquímica de oxigênio - DBO<sub>5</sub></i>	Incubação a 20°C por 5 Dias e método titulométrico de Winkler modificado ou medição em oxímetro	mg de O <sub>2</sub> /L	0,05 mg de O <sub>2</sub> /L
<i>Demanda química de oxigênio - DQO</i>	Método espectrofotométrico do dicromato de potássio (refluxo fechado) - (HACH)	mg de O <sub>2</sub> /L	5,0 mg de O <sub>2</sub> /L
<i>Dureza total</i>	Método complexométrico do EDTA – titulométrico	mg de CaCO <sub>3</sub> /L	1,0 mg de CaCO <sub>3</sub> /L
<i>Ferro solúvel</i>	Método espectrofotométrico (HACH)	mg/L	0,01 mg/L
<i>Fosfato total</i>	Método espectrofotométrico do Ácido Ascórbico (HACH)	mg/L	0,010 mg/L
<i>Manganês total</i>	Método espectrofotométrico do Periodato de Sódio (HACH)	mg/L	0,10 mg/L
<i>Nitratos</i>	Método espectrofotométrico de redução do cádmio	mg/L	0,1 mg/L
<i>Nitrogênio amoniacal</i>	Método espectrofotométrico de Nessler	mg/L	0,01 mg/L
<i>Nitrogênio total</i>	Método espectrofotométrico de Nessler	mg/L	0,01 mg/L
<i>Óleos e graxas</i>	Método gravimétrico de extração com n-hexano	mg/L	0,50 mg/L
<i>Ortofosfato</i>	Método espectrofotométrico do Ácido Ascórbico (HACH)	mg/L	0,010 mg/L

CONTINUA . . .

CONTINUAÇÃO . . .

Parâmetros	Método Analítico	Unidade	Limite Mínimo de Detecção
<b>PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</b>			
Oxigênio dissolvido – OD	Medição em oxímetro de campo	mg de O <sub>2</sub> /L	0,05 mg de O <sub>2</sub> /L
pH	pH-metro de campo	-	0,01
Sólidos em suspensão	Método gravimétrico com filtração em membrana filtrante 0,45 µm	mg/L	1,0 mg/L
Sólidos sedimentáveis	Sedimentação em cone Imhoff	mL/L	0,10 mL/L
Sólidos totais	Método gravimétrico	mg/L	1,0 mg/L
Sólidos totais dissolvidos	Método gravimétrico com filtração em membrana filtrante 0,45 µm	mg/L	1,0 mg/L
Temperatura	Termômetro de Hg ou de álcool e/ou medição em termistor	°C	0,5 °C
Turbidez	Medida nefelométrica – Turbidímetro	UNT	0,01 UNT
<b>PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS</b>			
Coliformes fecais	Tubos múltiplos - Método do substrato definido	NMP/100 mL	0 NMP/100 mL
Coliformes totais	Tubos múltiplos - Método do substrato definido	NMP/100 ml	0 NMP/100 mL
Estreptococos fecais	Tubos múltiplos - Método do substrato definido	NMP/100 ml	0 NMP/100 mL
<b>PARÂMETROS BIOLÓGICOS</b>			
Fitoplâncton	Microscopia ótica Sedwick-Rafter ou Uthermöl	ind/mL	-
Zoobênton	Contagem em Microscópio Estereoscópio	Número de indivíduos	-
Zooplâncton	Microscopia ótica Sedwick-Rafter	org/L	-

### **Análise de Dados**

O rio Mucuri tem o seu curso inserido nos Estados de Minas Gerais e Bahia, sendo, portanto, um rio federal. Diante disto, os resultados foram avaliados considerando-se as principais variáveis naturais e antrópicas detectadas na sub-bacia em questão, sendo comparados com os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação federal. Para os resultados obtidos até 2004 usou a Resolução CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986 e para os dados a partir de 2005, a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.

Como a bacia do rio Mucuri não foi objeto de estudo para o enquadramento de suas águas, a CONAMA 357/05 estabelece no Art 42 e no Art 4º, respectivamente, que:

*“Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”*

*“III - classe 2: águas que podem ser destinadas:*

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;*
- b) à proteção das comunidades aquáticas;*
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;*
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e*

e) à aqüicultura e à atividade de pesca.”

Nesse contexto, foi considerado o enquadramento das águas do rio Mucuri na Classe 2. Do conjunto de parâmetros estudados, são previstos os seguintes os padrões e/ou condições de qualidade de água para a classe 2, segundo as Resoluções.

QUADRO 2.3  
CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CURSOS D'ÁGUA CLASSE 2

PARÂMETROS	CONAMA 20/86	CONAMA 357/05
Amônia não ionizável	0,02 mg/L NH <sub>3</sub>	-
Cianobactérias	-	≤ 50000 cel/mL
Cloretos	≤ 250 mg/L Cl <sup>-</sup>	≤ 250 mg/L Cl <sup>-</sup>
Coliformes fecais	≤ 1000 NMP/100 mL	≤ 1000 NMP/100 mL
Coliformes totais	≤ 5000 NMP/100 mL	-
Cor aparente	≤ 75 mg/L Pt	≤ 75 mg/L Pt
Demanda bioquímica de oxigênio	≤ 5 mg/L O <sub>2</sub>	≤ 5 mg/L O <sub>2</sub>
Ferro dissolvido	≤ 0,3 mg/L Fe	≤ 0,3 mg/L Fe
Fósforo total	0,025 mg/L P	≤ 0,1 mg/L P em ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários; ≤ 0,050 mg/L P em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambientes léticos; ≤ 0,030 mg/L P em ambientes léticos
Manganês total	≤ 0,1 mg/L Mn	≤ 0,1 mg/L Mn
Nitrato	≤ 10 mg/L N	≤ 10 mg/L N
Nitrito	≤ 1,0 mg/L N	≤ 1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	-	≤ 3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5; ≤ 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0; ≤ 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5; ≤ 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Óleos e graxas totais	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub>	Não inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub>
pH in natura	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
Sólidos dissolvidos totais	≤ 500 mg/L	≤ 500 mg/L
Turbidez	≤ 100 UNT	≤ 100 UNT

A Resolução 357/05 define em seu artigo 2º que “XXXVII - *virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar*” e em seu artigo 39 que “*cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes*”. Nesse estudo, foram considerados como virtualmente ausentes os resultados iguais ou inferiores ao limite mínimo de detecção do método analítico adotado (0,5 mg/L).

Com relação aos parâmetros bacteriológicos, eles foram analisados em termos da ocorrência de contaminação fecal para usos de recreação de contato primário (balneabilidade), segundo CONAMA nº 274 de 2000, e sua origem provável (se humana ou animal). Essa consideração foi feita a partir das razões entre os resultados obtidos para os coliformes fecais e os estreptococos fecais. Valores acima de 4 indicam origem humana; abaixo de 1, origem animal, sendo que para números intermediários ou iguais a esses não se pode inferir precisamente sobre a origem (Von Sperling, 1995).

As comunidades biológicas foram analisadas segundo a variação da riqueza, densidade e diversidade. Foram identificados os organismos que possam servir de indicadores biológicos de alterações ambientais. Os três parâmetros da comunidade (riqueza, diversidade e densidade) foram analisados em uma série temporal e a estabilidade de cada um deles discutida em termos de variações estatisticamente significativas.

## ***DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS***

### ***Físico-químicos e Bacteriológicos***

O pH do rio Mucuri mostrou-se pouco variável nas primeiras campanhas, com medidas oscilando entre 6,79 e 7,98, ressaltando-se a condição do ponto MUC-04 na campanha de março/01, onde se registrou o valor 6,5. Em outubro/02, janeiro/03 e maio/03 a condição de águas básicas permaneceu, tendo sido registrado apenas um valor de pH ligeiramente abaixo de 7 (6,93, no ponto MUC-03, em outubro).

Em setembro/03, o pH foi um pouco mais elevado, superior a 8,0 em todos os pontos, sem no entanto ultrapassar o valor máximo de 8,4 (MUC-04). Na campanha seguinte, em março/04, o pH voltou a oscilar em torno da neutralidade (mínimo de 6,59 e máximo de 7,15), demonstrando a estabilidade e resiliência do sistema que sempre volta às condições originais após alguma alteração em suas variáveis. Ainda assim ocorreram variações significativas no pH do sistema em agosto/04, uma vez que o ponto MUC-02 mostrou águas levemente alcalinas, com pH 8,17; enquanto os três outros pontos apresentaram uma tendência à acidez-neutralidade, com águas de pH entre 6,6 e 6,67. Em fevereiro/05, o pH retornou à condição básica; a pequena oscilação observada foi entre 7,33 e 7,66. Na campanha de agosto/05, este parâmetro voltou a oscilar de maneira perceptível e as águas do rio Mucuri encontravam-se levemente ácidas, em um gradiente decrescente do pH de montante para jusante, destacando-se o último ponto MUC-04 como o de águas com menor pH (6,17), próximo ao limite mínimo aceitável para águas classe 2. Em março e agosto/06, assim como em março/07, todos os pontos mostraram pH próximo a 7, com baixa variação entre eles, sendo que os dois pontos a montante do barramento apresentaram águas mais básicas. Já na campanha de agosto/07 observou-se que no ponto do reservatório (MUC-02) o pH mostrou águas mais básicas, quase alcançando o limite máximo permitido pela legislação; nos demais locais o pH variou em torno de 7,5.

De acordo com registros de alcalinidade, as campanhas de maio/03, março/04, agosto/04, fevereiro/05, agosto/05, março/06, agosto/06, março/07 e agosto/07 foram as que apresentaram os mais baixos valores, sendo encontrada a concentração máxima de 35 mg/L CaCO<sub>3</sub>, nestes períodos. Segundo Sawyer (1960), as águas do rio Mucuri podem ser classificadas como moles ou brandas, uma vez que apresentaram dureza inferior a 75 mg/L CaCO<sub>3</sub>, variando entre 30 e 74 mg/L CaCO<sub>3</sub>; com algumas exceções em junho/02 (MUC-01 e MUC-02), outubro/02 (MUC-02, MUC-03 e MUC-04) e agosto/05 (MUC-03) que apresentaram valores acima de 75 mg/L CaCO<sub>3</sub>, sendo, portanto, classificadas como moderadamente duras.

Os teores de sais dissolvidos, indicados pela condutividade elétrica, foram altos, podendo-se observar o efeito da sazonalidade. Nas campanhas realizadas em outubro/01, outubro/02 e setembro/03 a condutividade do rio Mucuri foi superior 350 µS/cm em quase todos os pontos, influenciada pelos

valores de sólidos dissolvidos ( $> 240$  mg/L) e cloretos ( $> 70$  mg/L). Também em março/04 e fevereiro/05, ambos períodos de chuvas, foram registrados altos valores de condutividade, com variação entre 240 e 360  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Em agosto/05 havia sido registrado o maior valor para a condutividade do sistema em todo o monitoramento, localizado no ponto MUC-03, onde este parâmetro alcançou 503  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Também neste local foram encontradas as maiores concentrações de cloretos e de sólidos dissolvidos totais, contribuindo para a grande quantidade de íons condutores na água. Entretanto, em março/06 foi encontrado um valor de condutividade ainda mais alto, desta vez no ponto MUC-01, onde este parâmetro alcançou 689  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Nos demais pontos desta campanha a condutividade elétrica variou entre 242 e 224  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na campanha seguinte, agosto/06, houve uma redução da condutividade elétrica no MUC-01 e aumento nos demais, variando entre 276 e 299  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este aumento não se verificou novamente em março/07 quando, pelo contrário, houve uma redução acentuada na condutividade dos quatro pontos de amostragem, cujos valores variaram entre 195 e 215  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cabe ressaltar que a aplicação da determinação da condutividade elétrica para trabalhar a avaliação nos rios é bastante limitada (Lanis Klein, 1959). Contrariando o padrão esperado, em agosto/07 durante a vazante, novamente foram encontrados valores altos para este parâmetro, superiores a 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em todos os pontos, não se verificando, no entanto, correlação com a concentração de sólidos em suspensão que foi a mais baixa das últimas quatro campanhas, não ultrapassando 100 mg/L em nenhum dos pontos de coleta.

Os resultados de turbidez e sólidos em suspensão foram menores no período de recessão de fluxo (junho/julho/agosto) como esperado. O rio Mucuri possui quantidade de sólidos dissolvidos elevada, principalmente no período de transição de seca para chuva. O ponto MUC-01 obteve a maior turbidez em quase todas as campanhas. A turbidez no reservatório em fevereiro/05 foi superior aos demais trechos do rio, entretanto, em agosto/05 apresentou o menor valor do sistema. Em março/06 foi verificada baixa concentração de sólidos suspensos e turbidez, sendo novamente encontradas as maiores concentrações no ponto MUC-01. Na campanha seguinte (agosto/06), durante o período de estiagem, observou-se um aumento incomum na concentração de sólidos em todo o trecho analisado, sendo o ponto dentro do reservatório, MUC-02, aquele que alcançou a maior concentração (185 mg/L), embora os valores de turbidez não tenham sido superiores a 6 UNT. Para a concentração de sólidos totais notou-se uma redução nos valores de todos os pontos em março e agosto/07, mantendo-se os baixos valores de turbidez que variaram entre 9 e 2 UNT. Mesmo durante os períodos de maior precipitação, a turbidez e os sólidos dissolvidos não ultrapassaram os valores permitidos para as águas classe 2.

A presença de materiais orgânicos nas águas, nas campanhas de março e junho/01 e março e junho/02, não foi preocupante, na medida em que os valores de DBO mostraram-se aceitáveis em quase todos os pontos. No MUC-01 (março/02) e MUC-03 e MUC-04 (outubro/01) os teores de matéria orgânica fizeram com que a DBO ultrapassasse o limite legal de 5,0 mg/L  $\text{O}_2$ . Em outubro/02 o ponto MUC-01 apresentou um valor de DBO de 5,8 mg/L  $\text{O}_2$ . Já nas campanhas de janeiro e maio de 2003, a DBO em todos os pontos foi abaixo de 5,0 mg/L  $\text{O}_2$ , dentro do padrão de qualidade estabelecido para águas classe 2. Este mesmo padrão de boa qualidade foi mantido ao longo das campanhas de setembro/03, quando o valor máximo encontrado foi de apenas 1,6 mg/L  $\text{O}_2$  (MUC-02), e março/04, quando em todos os pontos a DBO foi inferior a 1,0 mg/L  $\text{O}_2$ . Em agosto/04 os valores de DBO estiveram dentro dos

limites esperados para águas de classe 2, embora deva ser destacado o ponto MUC-03 como o de maior DBO (2,4 mg/L O<sub>2</sub>). Este parâmetro continuou a indicar boa qualidade da água em fevereiro/05, agosto/05 e março/06, quando o valor máximo registrado foi de 2,0 mg/L O<sub>2</sub>, também no ponto MUC-03 em fevereiro/05. Valores bastante baixos deste parâmetro foram também encontrados em agosto/06 e março/07, quando todos os pontos mostraram DBO inferior a 1,0 mg/L O<sub>2</sub>. Somente em agosto/07 dois dos pontos, aqueles a jusante do reservatório, tiveram novamente DBO acima de 1,0 mg/L, destacando-se o ponto MUC-03 onde este parâmetro alcançou o valor de 2,2 mg/L.

O trecho do rio monitorado era bastante oxigenado, com registros de oxigênio dissolvido igual a 9,82 mg/L O<sub>2</sub> no MUC-03, em outubro/01. Em junho/02 o OD decresceu, sem no entanto ser inferior ao estabelecido para a classe 2. Entretanto, em outubro/02, um ano após o enchimento do reservatório, observou-se uma nova depleção de oxigênio, e todos os quatro pontos tiveram teores de oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg/L O<sub>2</sub>, que é o limite para águas classe 2. Em janeiro/03 ocorreu uma melhora na qualidade da água dos pontos MUC-03 e MUC-04, mas os outros dois pontos continuaram abaixo do limite estabelecido. Na campanha seguinte, em maio/03, a situação se inverteu, os pontos MUC-01 e MUC-02 estavam dentro dos limites, mas ocorreu um decréscimo nos teores de oxigênio dissolvido nos pontos MUC-03 e MUC-04, que apresentaram valores abaixo de 4,0 mg/L O<sub>2</sub>.

Estes baixos valores mantiveram-se na campanha de setembro/03, com dois pontos de coleta (MUC-01 e MUC-02) apresentando concentrações inferiores ao mínimo estabelecido para águas classe 2; os dois outros pontos tinham teores de OD próximos ao limite de 5,0 mg/L O<sub>2</sub>. Em março/04, as águas do rio Mucuri voltaram a apresentar bons níveis de oxigenação, superiores a 6,0 mg/L O<sub>2</sub> nos quatro pontos de coleta. Esta boa oxigenação da água manteve-se durante a campanha de agosto/04, quando somente os pontos MUC-03 e MUC-04 tiveram teores de O<sub>2</sub> entre 5,0 e 6,0 mg/L O<sub>2</sub>. No MUC-02 esta concentração foi superior a 8,0 e no MUC-01 superior a 6,0 mg/L O<sub>2</sub>. Em fevereiro/05 o ponto MUC-01 voltou a apresentar problemas relativos à oxigenação das águas, com apenas 4,09 mg/L O<sub>2</sub>. Nos demais pontos a concentração de OD foi bastante próxima ou superior a 6,0 mg/L O<sub>2</sub>.

Em agosto/05 o teor de OD não se mostrou problemático com três dos pontos mostrando concentrações superiores a 7 mg/L O<sub>2</sub>. O ponto dentro do reservatório foi o único que mostrou concentração relativamente baixa (5,22 mg/L O<sub>2</sub>). O fato de suas águas serem lânticas pode estar provocando esta diferença em relação aos demais pontos, onde a turbulência devida ao fluxo mantém a melhor oxigenação. A boa oxigenação das águas foi mantida em março/06, logo após o período de chuvas mais intensas, e em agosto/06, mesmo no ponto dentro do reservatório (MUC-02) cujo teor de OD chegou a 6,56 mg/L O<sub>2</sub> e 6,12 mg/L O<sub>2</sub>, respectivamente. Em março/07, enquanto os pontos dentro e a jusante do reservatório estavam claramente bem oxigenados, o ponto MUC-01, a montante do reservatório e próximo ao núcleo urbano, mostrou não satisfazer as condições para águas classe 2, uma vez que o teor de OD era de 4,90 mg/L O<sub>2</sub>. Entretanto, na campanha seguinte, a situação se normalizou e todo o trecho monitorado encontrava-se com concentração de OD superior a 7,0 mg/L.

Em relação ao nitrogênio amoniacal verificou-se que somente em julho/01 (MUC-01), outubro/02 (MUC-020) e setembro/03 (MUC-01, MUC-02 e MUC-04) a concentração de amônia não ionizável estava superior ao limite permitido pela legislação (0,02 mg/L). Segundo a nova legislação, os valores

de nitrogênio amoniacal obtidos em fevereiro/05 estavam dentro do padrão de qualidade, apresentando valor máximo de 0,39 mg/L N (pH igual a 7,66) no MUC-01. Em agosto/05 e março/06 foi novamente o ponto MUC-01 que exibiu a maior concentração deste composto, entretanto estas concentrações (0,18 e 0,46 mg/L) foram inferiores aos limites da legislação. Na campanha de agosto/07 ocorreu uma redução ainda maior na concentração desta forma nitrogenada quando comparada às campanhas de agosto/06 e março/07, e todos os pontos mostraram teores inferiores a 0,22 mg N-NH<sub>3</sub>/L.

Para as concentrações de nitratos não foram detectadas restrições em nenhuma das campanhas realizadas. Os resultados de julho/01, agosto/04, fevereiro/05, agosto/06, março/07 e agosto/07 mostraram que estas foram as campanhas em que o rio Mucuri se apresentou mais homogêneo em relação a esse parâmetro.

Os teores de fosfato total registrados demonstraram que em outubro/01 e março/02 houve um aumento da concentração deste parâmetro nas águas do curso d'água, especificamente nos pontos MUC-01, MUC-03 e MUC-04. As fontes destes nutrientes foram o esgoto da cidade de Nanuque e pontualmente em outubro, do restaurante da obra. Ressalta-se ainda que, os valores já estavam acima do permitido na legislação CONAMA 020/86 durante as coletas nos meses de março e julho/01. Somente em junho/02, após o enchimento do reservatório, as concentrações de fosfato tornaram-se baixas o bastante para se enquadrarem em águas classe 2. Entretanto, em outubro/02, os teores de fosfato total voltaram a subir estando acima do limite em todos os pontos, com uma variação de 0,100 a 0,250 mg P/L. Já em janeiro/03, ainda que os valores não tenham se enquadrado no previsto para águas classe 2, notou-se uma redução significativa nos teores de fosfato total; nesta campanha a variação nas concentrações deste nutriente foi de 0,05 (MUC-03 e MUC-04) a 0,07 mg/L P (MUC-01).

Em maio/03, já na época de seca, a redução nas concentrações deste elemento se mantiveram e apenas os pontos MUC-02 e MUC-04 tinham concentrações de fosfato total acima do estabelecido, e mesmo assim apenas ligeiramente acima do limite (0,03 mg/L P, nos dois pontos). Na campanha de setembro/03, ocorreu uma redução ainda maior nesta variável e os quatro pontos encontravam-se dentro das condições exigidas pela legislação.

Esta situação porém foi alterada na campanha seguinte devido às chuvas, quando um aumento nas concentrações de fosfato total fez com que nenhum ponto de coleta correspondesse mais ao esperado para águas de classe 2. A desconformidade da concentração de fosfato total foi mantida até agosto/04 quando novamente todos os pontos estavam acima do limite exigido pela legislação, variando entre 0,03 (MUC-02 e MUC-03) e 0,11 mg/L P (MUC-01). Ressalta-se que, em todos os pontos de coleta, a tendência é de redução da concentração de fosfato total nas águas do rio Mucuri.

Em fevereiro/05, seguindo os novos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05, somente no ponto MUC-01, ambiente intermediário, registrou-se teores de fósforo acima do permitido, embora tenha sido superior ao limite em 0,06 mg/L P. Na campanha de agosto/05 todos os pontos a jusante mostraram baixas concentrações de fosfato. Somente no ponto mais a montante foi registrada concentração superior ao determinado para águas classe 2. A qualidade da água em relação ao parâmetro fósforo foi boa na campanha de março/06, pois a concentração deste elemento foi baixa

em todos os pontos, destacando-se o reservatório, onde o valor foi inferior a 0,01 mg/L P. Em agosto/06 ocorreu uma redução ainda maior na concentração deste elemento e registrou-se em todos os pontos teores menores que 0,01 mg/L. Esta baixa concentração de fósforo também foi encontrada em março/07. Já em agosto do mesmo ano registrou-se um aumento na concentração de fósforo no ponto mais próximo à urbanização sem, no entanto, superar o limite imposto para águas classe 2.

A maior concentração de nutrientes a montante e sua gradual diminuição nos pontos mais a jusante, como ocorreu também com o nitrogênio, parece sugerir que algum compartimento do reservatório está atuando como um estocador de nutrientes, acumulando-os sem deixar fluir ao longo do corpo d'água. Os compartimentos onde é mais comum ocorrer esse tipo de retenção são o sedimento e a biomassa, principalmente de macrófitas.

Uma possível explicação para o decréscimo da concentração de nutrientes seria o crescimento das populações de algas que estocariam fósforo e nitrogênio na sua biomassa. Embora na campanha de março/06, os pontos dentro e a jusante do reservatório tenham de fato apresentado altas densidades fitoplanctônicas, tal crescimento não se verificou na campanha de agosto/06, onde tanto a concentração de nutrientes quanto a densidade algal foram inferiores às da campanha anterior. Uma possibilidade é o fato de que o reservatório tem sido manejado em termos de seu volume para retirada de macrófitas. A ausência desta comunidade vegetal contribui para a oligotrofização dos ambientes aquáticos, uma vez que as macrófitas são responsáveis pela rápida reciclagem dos nutrientes e manutenção dos mesmos no sistema.

A Tabela 2.2 apresenta os valores de coliformes fecais e totais, e de estreptococos fecais, além da razão entre coliformes e estreptococos fecais para investigar as origens da contaminação, se humana ou animal.

TABELA 2.2  
CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES E ESTREPTOCOCOS FECAIS  
NAS ÁGUAS DO RIO MUCURI, EM NMP/100 mL.

	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
mar/01				
Coliformes Fecais	10700	470	1070	950
Coliformes Totais	11000	2600	4600	5300
Estreptococos Fecais	2900	94	98	124
CF/EF	3,7	5,0	10,9	7,7
jul/01				
Coliformes Fecais	360	220	1610	1200
Coliformes Totais	2300	1610	2300	2300
CF/EF	-	-	-	-
out/01				
Coliformes Fecais	3200	1600	1600	1300
Coliformes Totais	16000	3200	9000	9000
Estreptococos Fecais	280	500	1600	300
CF/EF	11,4	3,2	1,0	4,3
mar/02				
Coliformes Fecais	500	20	70	300
Coliformes Totais	5000	300	9000	5000
Estreptococos Fecais	90	4	20	20
CF/EF	5,6	5,0	3,5	15,0



CONTINUAÇÃO . . .

	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
jun/02				
Coliformes Fecais	900	20	40	20
Coliformes Totais	16000	3000	1600	1600
Estreptococos Fecais	130	< 2	< 2	< 2
CF/EF	6,9	10,0	20,0	10,0
out/02				
Coliformes Fecais	1600	300	170	130
Coliformes Totais	16000	3000	1600	1600
Estreptococos Fecais	300	30	17	12
CF/EF	5,3	10,0	10,0	10,8
jan/03				
Coliformes Fecais	900	300	170	150
Coliformes Totais	2200	1600	900	700
Estreptococos Fecais	17	14	13	13
CF/EF	52,9	21,4	13,1	11,5
maio/03				
Coliformes Fecais	1400	20	80	40
Coliformes Totais	16000	150	3000	3000
Estreptococos Fecais	80	2	170	130
CF/EF	17,5	10,0	0,47	0,31
set/03				
Coliformes Fecais	1300	900	500	500
Coliformes Totais	16000	9000	5000	5000
Estreptococos Fecais	300	170	8	17
CF/EF	4,3	5,3	62,5	29,4
mar/04				
Coliformes Fecais	500	130	130	80
Coliformes Totais	16000	1700	1400	1100
Estreptococos Fecais	900	4	< 2	< 2
CF/EF	0,6	32,5	> 65,0	> 40,0
ago/04				
Coliformes Fecais	170	7	4	9
Coliformes Totais	9000	20	40	40
Estreptococos Fecais	30	2	< 2	< 2
CF/EF	5,7	3,5	> 2	> 4
fev/05				
Coliformes Fecais	16000	80	1700	1600
Coliformes Totais	160000	900	16000	16000
Estreptococos Fecais	240	8	22	110
CF/EF	66,66	10	77,27	14,54
ago/05				
Coliformes Fecais	1100	20	170	70
Coliformes Totais	5000	400	700	900
Estreptococos Fecais	1600	130	170	300
CF/EF	0,68	0,15	1	0,23
mar/06				
Coliformes Fecais	5000	5000	9000	9000
Coliformes Totais	16000	16000	16000	16000
Estreptococos Fecais	1600	9	17	8
CF/EF	3,1	555,6	529,4	1125,0
ago/06				
Coliformes Fecais	16000	16000	260	270
Coliformes Totais	16000	16000	16000	16000
Estreptococos Fecais	1600	2	2	7
CF/EF	10,0	8000,0	130,0	38,6
mar/07				
Coliformes Fecais	2400	130	17	23
Coliformes Totais	16000	230	130	130
Estreptococos Fecais	1600	13	4	4
CF/EF	1,5	10,0	4,3	5,8
ago/07				
<i>Escherichia coli</i>	400	20	20	20
Coliformes Totais	1600	230	130	110
Estreptococos Fecais	1600	2	< 2	< 2
CF/EF	0,25	10	> 10	> 55

Os valores de coliformes fecais foram usados para a classificação das águas segundo as categorias de balneabilidade (recreação de contato primário), Resolução CONAMA 274/00. As cores na Tabela 2.2 indicam a classificação das águas: azul-excelente, verde-muito boa, amarelo-satisfatória, vermelho-imprópria.

Os resultados das contagens de coliformes fecais mostraram que logo antes do enchimento do reservatório, em outubro/01, todos os pontos apresentavam qualidade insatisfatória. Destacaram-se as estações MUC-02, MUC-03 e MUC-04 em junho/02 como de excelente qualidade sob o ponto de vista bacteriológico, sendo que os pontos MUC-03 e MUC-04 mantiveram esse padrão de qualidade nas duas campanhas seguintes, enquanto o MUC-02 apresentou qualidade classificada como boa.

A proximidade do ponto MUC-01 com um núcleo urbano o torna consistentemente de pior qualidade que os demais pontos, onde a capacidade de auto-depuração do corpo d'água se manifesta, melhorando a sua qualidade ao se afastar da fonte contaminante. Em outubro/02, este ponto apresentava água imprópria, mas a qualidade bacteriológica melhorou em janeiro/03, tornando-se satisfatória. Seguindo o mesmo padrão anterior, o MUC-01 apresentou a pior qualidade de água em maio/03 (1400 NMP/100 mL), enquanto os demais pontos tiveram excelente qualidade segundo este parâmetro.

Na campanha de setembro/03, o ponto MUC-01 continuou apresentando qualidade imprópria, enquanto os demais tiveram qualidade satisfatória (MUC-02) e muito boa (MUC-03 e MUC-04). Em março/04 ocorreu uma expressiva melhora nas variáveis bacteriológicas e o ponto MUC-01 passou a ser classificado como de muito boa qualidade e os demais de excelente qualidade. Esta boa qualidade de água se manteve ao longo do período de seca e em agosto/04 todos os pontos foram classificados como excelentes. Entretanto, com as chuvas em fevereiro/05 novamente notou-se uma piora na água, com valores elevados em todos os pontos, principalmente no MUC-01. A exceção nesta campanha foi o ponto MUC-02, dentro do reservatório, onde a qualidade bacteriológica da água continuou classificada como excelente. O MUC-01 em agosto/05 manteve-se como o de pior qualidade bacteriológica, águas impróprias para recreação de contato primário, e os demais se classificaram na categoria excelente.

Entretanto, em março/06 ocorreu uma deterioração da qualidade de água segundo os parâmetros bacteriológicos. Todos os pontos do rio Mucuri mostraram-se com alta concentração de coliformes fecais. Já na campanha seguinte observou-se uma nítida melhora na qualidade microbiológica da água no trecho a jusante da barragem, a contagem de coliformes fecais nos pontos MUC-03 e MUC-04 indicou boa qualidade de água com densidade inferior a 300 NMP/100 mL. Entretanto o número total de coliformes manteve-se alto em todo o trecho analisado, com valores semelhantes aos da campanha anterior.

Na primeira campanha de 2007, verificou-se que apenas o ponto MUC-01, devido à sua proximidade com um núcleo urbano, mantinha-se com alta densidade de coliformes fecais, acima do permitido para águas classe 2. Nos demais pontos, dentro e a jusante do reservatório a qualidade microbiológica do sistema pode ser considerada boa. Na segunda campanha desse mesmo ano, novamente o ponto MUC-01 pode ser apontado como o de pior qualidade, já que apresentou a maior densidade de

coliformes totais e de *Escherichia coli*, embora não tenha ultrapassado o limite máximo para águas de classe 2.

Na maioria das amostras, a contaminação por coliformes foi de origem humana, sendo indefinida em apenas sete. Os pontos MUC-03 e MUC-04, em maio/03, apresentaram uma contaminação bacteriológica de origem predominantemente animal, já que a proporção entre coliformes fecais e estreptococos fecais nesta campanha foi menor que 1,0. Na campanha de março/04 o MUC-01 apresentou uma contaminação bacteriológica de origem predominantemente animal, fato este não esperado por se tratar do ponto mais a montante da rede de amostragem e, conseqüentemente, mais próximo ao núcleo urbano de Nanuque. Na campanha de agosto/05 a indicação predominante foi de contaminação de origem animal. Os coliformes fecais, em março/06, apresentaram origem predominantemente humana, exceto no ponto MUC-01, onde houve incerteza. Este resultado não era esperado uma vez que é justamente o MUC-01 o local com maior probabilidade de contaminação por fezes humanas devido à sua proximidade com um centro urbano. Na campanha de agosto/06 a relação entre coliformes fecais e estreptococos fecais indicou contaminação de origem predominantemente humana em todos os pontos analisados. No entanto, na campanha seguinte a origem da contaminação foi indeterminada para o ponto MUC-01 e humana para os outros dois. Na última amostragem, os três pontos mais a jusante mantiveram a contaminação predominantemente humana e o MUC-01, animal.

Dentre os metais, em julho/01, apenas no MUC-02 foi detectado valores de ferro e manganês acima dos limites permitidos para classe 2. Em outubro/01, todos os pontos apresentaram níveis elevados de ferro e manganês, decorrentes do solo e carregados pelas chuvas; o nível de ferro solúvel permaneceu alto durante toda a estação chuvosa, mas voltou a baixar na estação seca, sendo que em junho/02 em todos os pontos as concentrações estavam dentro dos limites permitidos. Novamente, ao se iniciar o período chuvoso, os níveis de Fe solúvel subiram, variando entre 0,31 (MUC-02) e 1,18 mg/L (MUC-03), nas campanhas de outubro/02 e janeiro/03. Entretanto, em maio/03, novamente na época de seca, os teores de Fe solúvel, em todos os pontos, estavam abaixo do limite esperado para águas classe 2 e se mantiveram assim até a campanha de setembro/03.

Em março/04 ocorreu uma elevação expressiva na concentração deste elemento no rio Mucuri e os quatro pontos de coleta estavam com concentrações incompatíveis com a classe 2, destacando-se o ponto MUC-01, que apresentou a concentração mais elevada deste metal (1,88 mg/L). Embora o teor deste elemento tenha diminuído consideravelmente em agosto/04, ainda assim três pontos estavam com concentrações acima do permitido pela legislação, variando entre 0,39 e 0,92 mg/L. As alterações nas concentrações demonstram claramente a influência das chuvas nesse parâmetro, mostrando que foram carregados para o rio. Em fevereiro/05, apesar das chuvas, o ferro solúvel mostrou-se acima do esperado para a classe 2 apenas nos pontos MUC-02 e MUC-03. A concentração no MUC-02 foi especialmente notável: 2,38 mg/L, o valor mais alto registrado neste sistema. Mesmo no período de estiagem ainda foram encontrados, em agosto/05, dois pontos (MUC-01 e MUC-03) em que a concentração de Fe superou o limite estabelecido para águas classe 2. É preciso lembrar entretanto que, no dia anterior e no próprio dia da coleta das amostras, ocorreram chuvas na região, o que pode ter influenciado o resultado encontrado. O ponto MUC-01 manteve-se fora do padrão estabelecido para águas classe 2 em março/06, ainda que sua concentração de Fe solúvel estivesse apenas um pouco

acima do limite máximo exigido. Nos outros locais de coleta este elemento apresentou baixas concentrações, inferiores a 0,1 mg/L. Em agosto/06, as águas do rio Mucuri apresentaram baixo teor de ferro solúvel. Como era esperado, este padrão de boa qualidade não foi mantido na campanha de março/07, quando apenas o ponto MUC-01 manteve-se dentro dos limites impostos pela legislação. O ponto MUC-03, logo a jusante do reservatório, destacou-se pela mais elevada concentração de ferro nessa última campanha: 0,59 mg/L. Estas altas concentrações de ferro não foram mantidas em agosto/07, quando todos os pontos analisados estavam dentro dos limites legais para águas de classe 2.

Já o manganês, a partir de outubro/02, apresentou teores elevados somente no ponto MUC-01 (0,2 mg/L, em janeiro/03), mantendo valores até mesmo abaixo do limite de detecção do método em grande parte das amostras.

Os óleos e graxas, que até a coleta de julho/01 não tinham sido registrados acima do limite de detecção do método, sendo considerados virtualmente ausentes, apareceram nas águas no mês de outubro/01 e aí permaneceram até a última coleta, embora em maio/03, março/04, fevereiro/05 e agosto/06 tenha ocorrido apenas em um ponto da rede e em agosto/05, em dois. Em geral, o ponto mais a montante da rede, o MUC-01, próximo à cidade de Nanuque, foi o que apresentou os maiores valores de óleos e graxas, podendo ser originários de postos de gasolina, garagens e lava-jatos. Em maio/03, agosto/04 e nas duas campanhas subseqüentes, o MUC-01 registrou a menor concentração em relação aos demais.

A partir da campanha de junho/02, como dito anteriormente, para o ponto MUC-02 realizou-se a amostragem da água na coluna d'água e mediram-se alguns parâmetros em diferentes profundidades, traçando-se o perfil físico e químico deste ponto (Figura 2.1).

De acordo com o esperado, na região profunda do reservatório o teor de oxigênio é mais baixo e o pH tem tendências ácidas em decorrência da ausência de processos fotossintéticos. A variação de concentração de sais dissolvidos é muito baixa, podendo ser considerada desprezível. O sedimento é o compartimento do sistema aquático tido como estoque de macronutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.

A partir dos dados do perfil da coluna d'água, pode-se observar que não há estratificação térmica, sendo a temperatura bem homogênea em todas as profundidades, variando pouco mais que 2,0 °C. A maior amplitude de variação foi encontrada em fevereiro/05 quando a diferença entre as temperaturas da superfície e da região profunda foi de 2,9 °C. O perfil de oxigênio é claramente do tipo clinogrado, devendo chegar com valores de concentração de O<sub>2</sub> bem próximos a 0 na região mais profunda, o que é típico para sistemas lênticos tropicais. Chama a atenção nesse sistema, as campanhas de maio/03, setembro/03, março/04, agosto/04, fevereiro/05, agosto/05 e agosto/07, quando os teores de oxigênio dissolvido mantiveram-se altos até mesmo na região mais profunda do reservatório, próximo ao sedimento. Provavelmente isto se dá graças à homogeneidade térmica da coluna d'água nesses períodos.

O pH também se comportou de maneira típica, ou seja, foi mais alto próximo à superfície, onde as algas e macrófitas aquáticas contribuem para mantê-lo elevado, graças à fotossíntese e sua conseqüente

assimilação de CO<sub>2</sub>; e foi assumindo valores mais baixos à medida que se aumenta a profundidade e a presença de organismos heterotróficos que interferem com o pH do meio baixando-o devido aos processos de decomposição e respiração. Ao contrário das demais campanhas, em setembro/03 o pH elevou-se à medida que a profundidade aumentava. Nas campanhas de maio e setembro/03 e março/04 o pH foi bastante homogêneo ao longo da coluna d'água, e em agosto/04 e fevereiro/05, nem mesmo na maior profundidade, o pH foi menor que 7.

A distribuição vertical dos valores de condutividade elétrica está relacionada, na maioria dos casos, com o padrão de estratificação térmica da coluna d'água. Assim os valores de condutividade elétrica apresentaram pequena variação vertical.

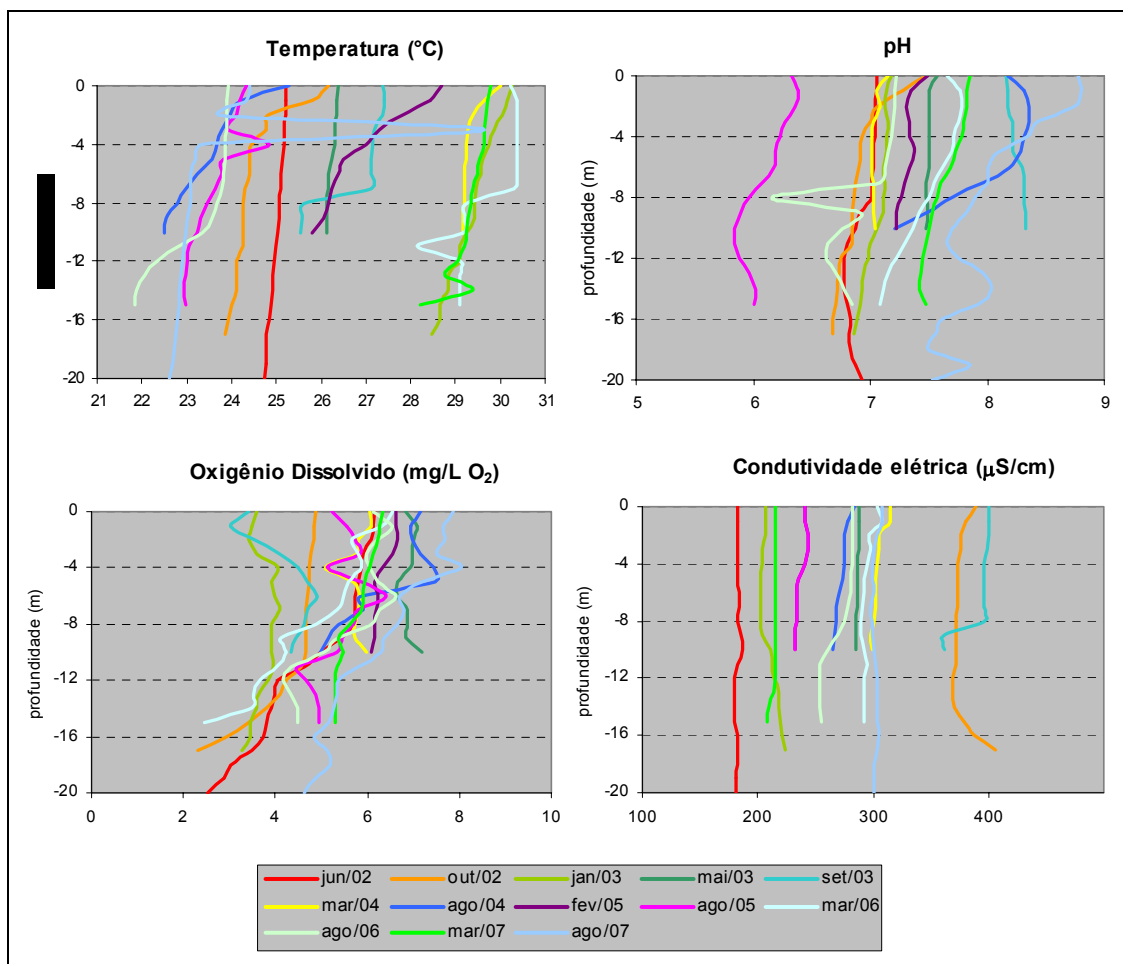


FIGURA 2.1: PERFIL FÍSICO E QUÍMICO DO PONTO MUC-02 NAS CAMPANHAS REALIZADAS DE JUNHO/02 A AGOSTO/07.

A campanha de agosto/05 mostrou o reservatório com boa oxigenação até no hipolímnio, pequena amplitude de variação da temperatura e do pH. A condutividade elétrica apresentou um padrão típico de lagos em períodos de circulação, com valores mais elevados na superfície do que junto ao sedimento, embora esta diferença não tenha sido grande.

Em março/06, observou-se que a temperatura não varia desde a superfície até a profundidade de 8 metros, quando ocorre um resfriamento da massa de água mais profunda. Este declínio da temperatura foi acompanhado pela diminuição do teor de OD que nesta mesma profundidade torna-se reduzido, passando de 5,0 mg/L para aproximadamente 4,0 mg/L. O pH e a condutividade também mostraram uma diminuição ao longo da coluna d'água, embora esta diminuição tenha sido mais suave para estes dois parâmetros.

Também em agosto/06 notou-se que a profundidade de 8 metros é um ponto crítico dentro do reservatório. Nesta profundidade, começa a ocorrer a gradual redução da temperatura e do teor de oxigênio, embora mesmo a região mais profunda do reservatório se mantenha relativamente bem oxigenada. Foi registrado um declínio no pH nesta mesma profundidade, no entanto, logo nas profundidades imediatamente inferiores este voltou a aproximar-se da neutralidade. A condutividade elétrica variou pouco ao longo da coluna d'água, registrando-se uma diferença máxima de apenas 29  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ao longo de 15 metros de profundidade.

Na campanha de março /07 observou-se uma lenta e gradual diminuição da temperatura ao longo da coluna d'água, variando apenas 1 °C entre a superfície e 13 metros de profundidade. Este ligeiro gradiente de resfriamento da massa d'água foi acompanhado pela redução, também pouco significativa, nos valores dos parâmetros pH e OD. A amplitude de variação do pH foi de apenas 0,43 entre a superfície e 14 metros, enquanto o OD mesmo na região mais profunda mantinha concentração superior a 5,0 mg/L.

Embora o perfil geral de estratificação da coluna d'água do reservatório não se tenha alterado é possível notar que na campanha de agosto de 2007 mostrou a desestratificação térmica quase completa do ambiente a partir de 4 metros. Este resultado é normalmente esperado em lagos tropicais onde a desestratificação geralmente ocorre nos meses de inverno quando as temperaturas são mais baixas. Apesar da desestratificação térmica, verificou-se que a concentração de OD e o pH não seguiram o mesmo padrão tendo ambos apresentado maior amplitude de variação ao longo da coluna d'água do que na campanha anterior. Somente a condutividade elétrica mostrou seguir o mesmo comportamento da temperatura, sendo basicamente homogêneo ao longo dos 20 metros de profundidade do reservatório.

### ***Fitoplâncton***

Comparando-se as riquezas entre os pontos (Figura 2.2) observou-se que as campanhas realizadas anteriormente ao enchimento, em julho e outubro/01, apresentaram valores semelhantes. Estes valores de riqueza podem ser considerados baixos para ambientes lóticos. Nas campanhas realizadas após o enchimento do reservatório houve uma perda de espécies de fitoplâncton, notadamente nos três últimos pontos que sofreram alterações devido ao represamento. O ponto MUC-02, que de ambiente lótico passou a lêntico, perdeu metade da sua riqueza devido ao enchimento. Os pontos MUC-03 e MUC-04 também perderam parcela de sua flora em março, no entanto, para estes dois pontos a recuperação parece ter sido mais rápida, pois em junho/02 já estavam com a riqueza de fitoplâncton mais próxima àquela anterior ao enchimento. A partir de então este parâmetro manteve níveis semelhantes, ocorrendo apenas as flutuações naturais devido a sazonalidade: valores ligeiramente

mais baixos nas chuvas (janeiro/03) e de novo um pouco maiores na época de seca (maio/03). O ponto MUC-01 destacou-se em outubro/02 pela alta riqueza encontrada (62 taxa).

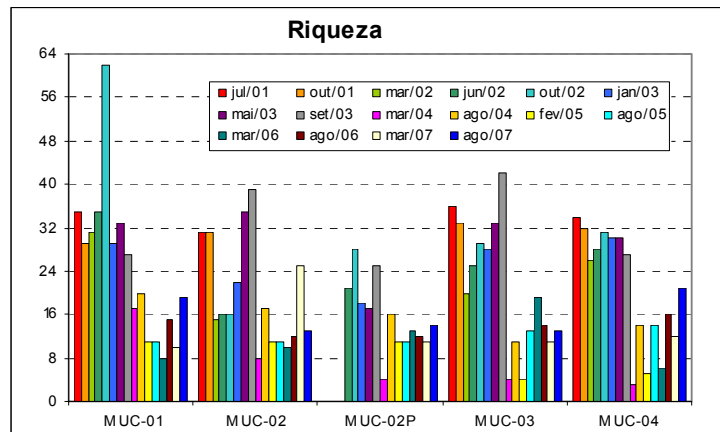


FIGURA 2.2: RIQUEZA ENTRE OS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS CAMPANHAS REALIZADAS DE JULHO/01 A AGOSTO/07.

Uma das menores riquezas em cada um dos pontos foi registrada na campanha de março/04, quando apenas no MUC-01 foi encontrado um valor superior a 10 taxa, nos demais a riqueza variou entre 3 (MUC-04) e 8 taxa (MUC-02). Registrou-se um aumento expressivo neste parâmetro na campanha de agosto/04, quando se encontraram 20 taxa no MUC-01 e nos demais, uma variação entre 11 e 17 taxa. Já na campanha seguinte, fevereiro/05, mantendo o padrão esperado para o período de chuvas, a riqueza diminuiu consideravelmente em todos os pontos, principalmente no MUC-03 e MUC-04 (4 e 5 taxa respectivamente). Os baixos valores de riqueza foram novamente encontrados em agosto/05, embora tenha ocorrido uma recuperação nos pontos MUC-03 e MUC-04.

Em março/06, a maioria dos pontos deste trecho do rio Mucuri teve riqueza inferior a 15 taxa, com a exceção do MUC-03, com 19 taxa presentes. Comparando-se com a campanha anterior o ponto MUC-04 foi o que mostrou a maior variação, tendo sua riqueza diminuída de 14 para apenas 6 taxa, um dos menores valores registrados no sistema. Já em agosto/06, devido ao período de estiagem e maior concentração das espécies num volume menor de água, registrou-se um ligeiro aumento na riqueza em quase todos os pontos, com exceção do MUC-03. No entanto, os valores permaneceram baixos, com cerca de 15 taxa amostrados em cada ponto. Com o advento das chuvas esperava-se uma redução nos valores deste parâmetro em março/07, o que foi confirmado em quase todos os pontos de coleta, com exceção do MUC-02, onde a riqueza foi elevada, 25 taxa. Na campanha realizada em agosto/07, a riqueza aumentou devido a ausência das chuvas, com exceção do ponto MUC-02, onde diminuiu de 25 para 13 taxa.

Nota-se que nas oito últimas campanhas todos os pontos tiveram riqueza pequena em comparação com as campanhas anteriores. O ambiente ainda não voltou ao antigo patamar de riqueza encontrado até 2003. A recuperação do número de espécies que antes compunham a comunidade pode estar comprometida, dependendo da resiliência do sistema e do tempo necessário para seu retorno à estrutura original.

Nas primeiras campanhas, a riqueza de fitoplâncton mostrou-se maior na região de transição entre as zonas eufótica e afótica do que próximo à superfície no ponto MUC-02. Dos cinco taxa a mais que a região limnética apresentava apenas um, *Sphaerocystis schroeteri*, foi exclusivo deste ponto; os demais foram espécies comuns na bacia como um todo. Em janeiro/03, pela primeira vez desde o início da amostragem em profundidade, a riqueza do ponto MUC-02 próxima à superfície foi maior do que na coluna da zona fótica do reservatório.

Este mesmo padrão foi encontrado nas campanhas seguintes realizadas em 2003 e 2004. Em fevereiro/05 e agosto/05 a superfície e a coluna d'água exibiram a mesma riqueza de algas; a composição taxonômica foi idêntica em agosto/05, mostrando uma coluna bastante uniforme para esta comunidade. Na campanha de março/06, observou-se pequena diferença de riqueza nas regiões amostradas no ponto MUC-02, sendo a coluna d'água (zona fótica) novamente o local de menor riqueza. Em agosto/06 a riqueza foi igual, 12 taxas, com diferença de apenas duas espécies: *Scenedesmus quadricauda* (MUC-02) e *Chlamydomonas* sp. (MUC-20P). Na última campanha encontrou-se riqueza bem mais elevada na superfície do reservatório do que a 6 metros de profundidade, onde foram amostrados apenas 11 taxa.

Vários fatores podem ser citados para explicar a distribuição vertical de algas. Entre estes encontram-se a densidade específica dos organismos, a composição química do meio, as taxas de herbivoria, turbulência da água, radiação solar e temperatura.

Quanto à densidade, pode-se dizer que as apresentadas em outubro/01 foram menores que os valores do mês de julho/01 (Figura 2.3). Após o enchimento do reservatório, as densidades diminuíram nos pontos afetados, de acordo com o esperado, já que o maior volume de água diluiu a concentração dos organismos. Ainda assim, o ponto mais a jusante do eixo da represa recuperou mais rapidamente e em junho/02 já se podia notar valores maiores de densidade.

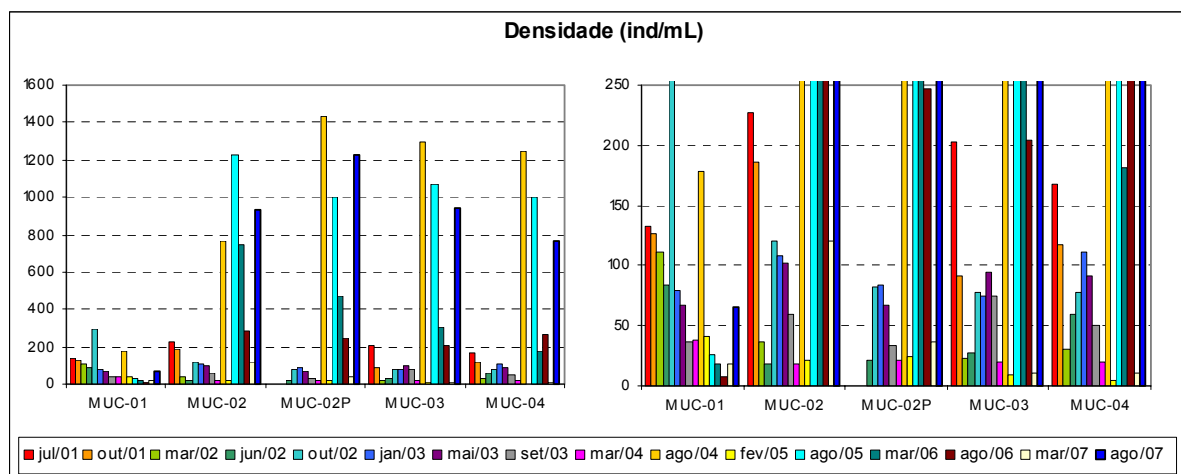


FIGURA 2.3: DENSIDADE DE FITOPLÂNCTON (IND/M<sup>L</sup>) ENTRE OS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS CAMPANHAS REALIZADAS DE JULHO/01 A AGOSTO/07.

O ponto MUC-01 foi o menos afetado, por não ter sido inundado, conservando valores de densidade bastante semelhantes em praticamente todas as campanhas, exceto em outubro/02, quando de maneira



semelhante ao ocorrido com a riqueza, teve um aumento alcançando até quase 300 ind/mL. Contrariamente ao esperado, as densidades do período chuvoso de janeiro/03 foram maiores que a estação seca seguinte, exceto no ponto MUC-03; ainda assim estas diferenças foram pouco significativas. Em setembro/03 e março/04 a redução na densidade fitoplanctônica continuou e, nesta última, foram encontrados valores baixos nos pontos MUC-02, MUC-03 e MUC-04.

A situação deste parâmetro foi alterada em agosto/04 quando todos os pontos tiveram alta densidade de algas, destacando-se o MUC-01 como o de menor densidade, 179 ind/mL, o que é relativamente pouco ao se comparar com os demais pontos, todos com valores de densidade superiores a 700 ind/mL. As principais algas responsáveis pelo aumento da densidade foram as diatomáceas, principalmente os gêneros *Aulacoseira* e *Synedra*. No caso do MUC-01, estes gêneros não foram tão expressivos e a alga dominante foi a diatomácea *Navicula*.

O notável aumento na densidade de algas ocorrido em agosto/04 não voltou a se repetir na campanha seguinte; as densidades encontradas nos pontos do rio Mucuri em fevereiro/05 estavam entre as mais baixas registradas no sistema desde 2001. O valor máximo encontrado nessa campanha foi apenas 41 ind/mL (MUC-01) e o mínimo foi de 4 ind/mL (MUC-04). Tal redução não está diretamente relacionada com os níveis de nutrientes disponíveis na coluna d'água, uma vez que estes não variaram tão intensamente de uma campanha para outra.

O grande crescimento algal foi um fato surpreendente na campanha de agosto/05, principalmente ao se considerar que os níveis de nitrogênio e fósforo estavam mais baixos que na campanha anterior. O ponto mais a montante (MUC-01) foi o único em que tal crescimento não ocorreu. Nos demais foram registradas densidades similares às encontradas em agosto/04, exatamente um ano antes, oscilando em torno de 1000 ind/mL. O fato da comunidade se mostrar muito semelhante depois de decorrido um ciclo hidrológico completo sugere que as mudanças principais nos seus parâmetros são causadas pela influência da sazonalidade.

Em março/06, o ponto MUC-01, a montante do reservatório, foi novamente o que apresentou a menor densidade de algas, com 18 ind/mL, enquanto nos pontos MUC-02 e MUC-03 as algas alcançaram densidades superiores a 300 ind/mL. O ponto MUC-04 mostrou densidade de algas intermediária, cerca de 180 ind/mL. Excetuando-se o MUC-01, cuja densidade permaneceu relativamente estável, foi notado que em todos os pontos, incluindo na região profunda do ponto MUC-02, houve uma redução significativa deste parâmetro em relação à campanha anterior. Esta redução não parece estar correlacionada com a concentração de nutrientes nem com a turbidez, uma vez que estas variáveis mantiveram-se próximas aos valores encontrados nas campanhas anteriores. A tendência à diminuição da densidade foi novamente observada em agosto/06, quando em quase todos os locais de coleta, com exceção do MUC-04, ocorreu uma redução expressiva na densidade de fitoplâncton. Desta vez, a reduzida concentração de fósforo pode ter contribuído para a diminuição do tamanho das populações, associada com o manejo do nível do reservatório para a retirada de macrófitas aquáticas.

Embora a concentração de nutrientes não tenha variado de maneira expressiva entre o período de seca de agosto/06 e março/07, a densidade de algas foi bem menor nesta última campanha nos pontos

dentro e a jusante do reservatório. No local a montante do reservatório registrou-se um ligeiro aumento na densidade fitoplanctônica.

Em agosto/07 foram novamente observadas grandes flutuações na densidade das algas do rio Mucuri. Com exceção do ponto a montante do reservatório todos os locais amostrados tiveram um aumento muito significativo em relação à campanha anterior, sem que, no entanto, se encontre correlação entre o fenômeno e a concentração de nutrientes ou qualquer outro parâmetro físico e químico. Nesta campanha as algas de maior expressão numérica foram as crisófitas *Aulacoseira granulata* e *Synedra* sp., assim como as cianófitas do grupo *Nostocaceae*.

A diferença entre a densidade de fitoplâncton na superfície e na região limnética do ponto MUC-02 não foi significativa em junho/02 (18 e 21 ind/mL respectivamente), mas tendeu a aumentar com o passar do tempo; em maio/03 esta diferença foi de 102 para 67 ind/mL, na superfície e na região limnética respectivamente. Esta tendência não se repetiu em fevereiro/05 e agosto/05, quando os valores de densidade de algas nas duas regiões foram bastante similares (21 e 24 ind/mL, em fev/05 e 1225 e 997 ind/mL em ago/05). Já em março/06, a superfície mostrou uma densidade quase três vezes maior do que a região epilimnética do reservatório. A maior disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa nas camadas superficiais do corpo d'água estará favorecendo o crescimento das populações de algas nessa região. Entretanto, o período de inverno e temperaturas mais baixas, com conseqüente desestratificação, fizeram com que em agosto/06 a coluna d'água se apresentasse praticamente homogênea em termos dos parâmetros da comunidade fitoplanctônica. Em março/07, tal como na campanha de março de 2006, encontrou-se uma comunidade muito mais densa no epilímnio do que no hipolímnio, como esperado para as estações mais quentes do ano. Entretanto, a situação se inverteu em agosto/07, quando a densidade de algas, principalmente cianófitas, foi mais alta no hipolímnio.

A diversidade foi o parâmetro que menos se alterou em função do enchimento do reservatório (Figura 2.4). Embora seja óbvia uma redução no ponto MUC-02 em março/02, após o enchimento, a recuperação deste parâmetro foi relativamente rápida, já que em junho/02 a diversidade apresentou valores semelhantes a julho/01.

Ocorreu, entretanto, uma redução da diversidade em agosto/04, exceto para o ponto MUC-01 que teve um leve aumento. Nesta campanha a diversidade variou entre 0,84 (MUC-04) e 1,1 (MUC-02P) nos outros pontos. Novamente, não houve diferença importante entre a diversidade na região limnética e na superfície. Em todos os pontos e campanhas, a diversidade foi típica para ambientes considerados moderadamente impactados (exceto o MUC-02 em mar/02 e MUC-04 em ago/04).

Em fevereiro/05, a diversidade da comunidade de algas sofreu uma forte redução, devido tanto à pequena riqueza quanto à baixa densidade. Todos os pontos desta campanha tiveram sua diversidade inferior a 1, o que caracteriza ambientes aquáticos fortemente alterados. Destacou-se o ponto MUC-04 com a mais baixa diversidade, apenas 0,56. Novamente em agosto/05 encontrou-se a diversidade inferior a 1 em todos os pontos do rio Mucuri, desta vez a forte dominância de uma única espécie de

alga (*Aulacoseira granulata*) aliada à pequena riqueza foram os fatores que levaram a um baixo valor do índice.

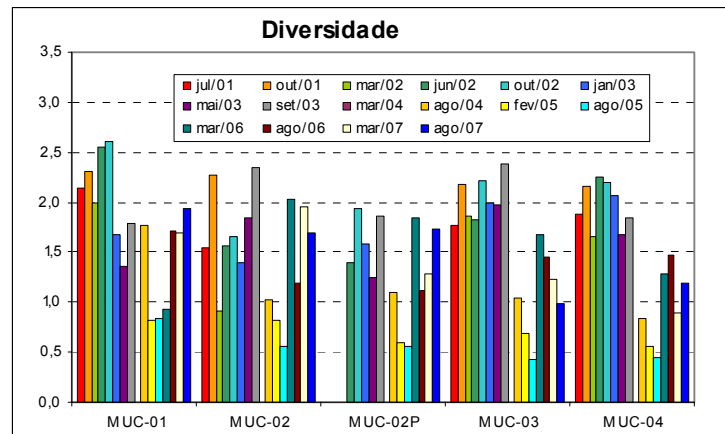


FIGURA 2.4: DIVERSIDADE DE FITOPLÂNCTON ENTRE OS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS CAMPANHAS REALIZADAS DE JULHO/01 A AGOSTO/07.

É possível notar uma diferenciação pronunciada do ponto MUC-01 em relação aos demais em agosto/04. Nesta campanha, este ponto teve riqueza e diversidade muito mais elevadas que os outros e densidade fitoplanctônica bem menor. Além disso, também mostrou composição florística diversa, ao contrário dos outros pontos que tiveram resultados dos três parâmetros e da composição que os aproximaram em termos de similaridade. Esta diferenciação na composição florística também foi observada em fevereiro/05, quando tanto o MUC-01 e MUC-02 apresentaram riqueza maior que os outros dois pontos e também a presença de espécies peculiares de cada um. A campanha de agosto/05 confirmou a tendência do ponto MUC-01 de se diferenciar dos demais em termos de densidade, diversidade e composição taxonômica. Essa diferenciação foi novamente notada em março/06, quando o ponto MUC-01 foi o único a apresentar o índice de diversidade inferior a 1, enquanto para os demais locais de amostragem o índice variou entre 2,03 (MUC-02) e 1,29 (MUC-04). Também em agosto/06 o ponto MUC-01 foi o único a mostrar um comportamento diferenciado em relação à diversidade, pois foi o único local em que a diversidade aumentou substancialmente, passando a 1,72. Em todos os outros locais observou-se uma variação pequena neste parâmetro, entre 1,12 e 1,48.

Na primeira campanha de 2007 o índice de diversidade foi superior a 1 na maioria dos pontos, com exceção do local mais a jusante, MUC-04, onde o valor foi igual a 0,9. Na campanha seguinte este ponto apresentou um aumento no valor do índice, tornando-se superior a 1. No entanto o MUC-03 mostrou uma queda e tornou-se o único local do sistema a registrar diversidade ligeiramente inferior a este valor.

Por serem indicadores biológicos, faz-se necessário dividir os organismos fitoplanctônicos em quatro classes de acordo com a importância de cada uma.

As Bacillariophyceae ou diatomáceas são frequentes em água doce e podem obstruir os filtros em estações de tratamento pelo fato de possuírem uma frústula de sílica que envolve suas células. Graças à proteção da sua carapaça estas algas são as mais frequentes e abundantes em ambientes lóticos

resistindo bem aos choques mecânicos da turbulência das águas. As Cianobactérias ou algas azuis podem produzir toxinas prejudiciais ao homem e a animais. Grandes florações destas espécies são comuns em ambientes eutrofizados e podem causar mortandade de peixes. Dentre os fitoflagelados, as euglenófitas indicam processo de decomposição de matéria orgânica no meio e as pirrófitas são algas unicelulares e geralmente marinhas. As Chlorophyceae, integrantes do grupo das algas verdes, são freqüentemente abundantes em habitats de água doce, especialmente nos meses mais quentes.

Nas campanhas realizadas, verificou-se que a classe Bacillariophyceae foi a mais representativa, como observado na Tabela 2.3. O predomínio das algas da classe Bacillariophyceae em quase todos os pontos está ligado à presença de sílica no meio aquático, uma vez que estes organismos necessitam deste elemento para constituir sua carapaça ou frústula (Branco, 1986). Este grupo de algas foi o responsável pelas altas densidades encontradas em alguns pontos, notavelmente em agosto de 2004 e 2005. Em agosto/05 as crisofíceas foram fortemente dominantes, sendo no ponto MUC-01 *Navicula* a alga de maior densidade e nos três outros locais a espécie *Aulacoseira granulata*.

TABELA 2.3  
RESULTADOS DAS ANÁLISES FITOPLANCTÔNICAS, EM NÚMERO DE IND/M<sup>3</sup>L.

Julho/2001	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	41	48	-	58	43
Bacillariophyceae	87	172	-	141	121
Cianophyceae	4	5	-	1	3
Fitoflagelados	0	0	-	0	0
Outubro/2001	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	8	8	-	3	3
Bacillariophyceae	98	163	-	77	99
Cianophyceae	21	14	-	14	11
Fitoflagelados	0	0	-	0	0
Março/2002	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	16	32	-	16	21
Bacillariophyceae	89	8	-	12	16
Cianophyceae	6	0	-	1	0
Fitoflagelados	1	0	-	0	1
Junho/2002	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	14	3	5	6	9
Bacillariophyceae	58	6	10	15	34
Cianophyceae	11	9	5	9	9
Fitoflagelados	3	0	0	0	3
Outubro/2002	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	41	50	25	24	25
Bacillariophyceae	230	19	18	26	40
Cianophyceae	11	49	38	26	13
Fitoflagelados	11	3	0	0	0
Janeiro/2003	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	6	0	0	14	15
Bacillariophyceae	73	91	72	65	95
Cianophyceae	0	673	421	0	0
Fitoflagelados	3	0	0	0	3

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO ...

Maio/2003	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	2	6	0	7	5
Baccilariophyceae	62	91	61	79	88
Cianophyceae	0	345	253	201	0
Fitoflagelados	2	8	6	7	0
Setembro/2003	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	6	15	2	11	3
Baccilariophyceae	30	43	28	61	47
Cianophyceae	0	102	217	101	0
Fitoflagelados	0	0	0	0	0
Março/2004	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	3	0	0	0	1
Baccilariophyceae	15	6	0	3	0
Cianophyceae	0	0	0	0	0
Fitoflagelados	20	12	21	17	19
Agosto/2004	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	11	16	15	20	2
Baccilariophyceae	168	645	1118	1178	1164
Cianophyceae	0	65	66	23	21
Fitoflagelados	0	38	237	78	63
Fevereiro/2005	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	0	0	0	0	1
Baccilariophyceae	38	5	4	2	3
Cianophyceae	20	0	0	0	0
Fitoflagelados	0	16	20	7	0
Agosto/2005	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	0	88	70	68	27
Baccilariophyceae	21	1098	896	982	911
Cianophyceae	0	0	0	0	0
Fitoflagelados	5	39	31	19	63
Março/2006	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	2	355	203	155	90
Baccilariophyceae	6	13	53	25	11
Cianophyceae	3	9684	5347	1335	2022
Fitoflagelados	0	129	72	56	29
Agosto/2006	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	1	113	167	125	152
Baccilariophyceae	5	45	32	22	24
Cianophyceae	0	0	0	0	0
Fitoflagelados	2	125	48	57	88
Março/2007	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	8	22	11	6	5
Baccilariophyceae	11	91	5	4	3
Cianophyceae	0	0	0	0	0
Fitoflagelados	0	8	21	0	2
Agosto/2007	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
Chlorophyceae	0	23	11	14	4
Baccilariophyceae	63	403	493	769	590
Cianophyceae	2	448	546	56	131
Fitoflagelados	1	60	175	99	43

As clorófitas estavam presentes em praticamente todos os pontos de todas as campanhas (exceção para o MUC-02 em janeiro/03) e com densidades representativas, até a sexta campanha. Mesmo assim, apenas em março/02 nos pontos MUC-02, MUC-03 e MUC-04 e em outubro/02 no MUC-02, estas algas foram os organismos dominantes, superando as diatomáceas em número. As campanhas de 2003,

entretanto, mostraram uma redução na importância numérica deste grupo que apresentou densidades bem menores que as anteriormente encontradas, não superando o valor de 15 ind/mL em janeiro/03 (MUC-04), 7 ind/mL em maio/03 (MUC-03) e 15 em setembro/03 (MUC-02). A baixa densidade e abundância da divisão Chlorophyta foi mantida durante as campanhas de março/04 e agosto/04. No período seco esta divisão foi a menos numerosa em termos de densidade, alcançando o valor máximo de 20 ind/mL no MUC-03. Na campanha de fevereiro/05 as clorófitas foram encontradas nas amostras quantitativas apenas no MUC-04 e com uma densidade muito pequena.

Nota-se ainda que nas duas primeiras campanhas houve ausência de indivíduos fitoflagelados em todos os pontos. Somente em julho/01 *Trachelomonas sp.* foi encontrado no ponto MUC-01, porém somente na análise qualitativa. Nas duas campanhas seguintes os fitoflagelados ocorrem nas análises quantitativas, mas ainda assim em densidades muito baixas. O ponto MUC-02 foi o que apresentou as maiores densidades destas algas, nas duas primeiras campanhas, diminuindo drasticamente estes valores após o enchimento. Também nas campanhas de outubro/02 e janeiro/03 os fitoflagelados foram o grupo de menor importância numérica, com as mais baixas frequências e abundâncias. Já na campanha de maio/03 estes organismos foram presentes em quase todas as amostras quantitativas (exceto ponto MUC-04), mas ainda em baixas densidades.

Somente em março/04 este tipo de algas, representadas pelo gênero *Cryptomonas*, voltou a ter densidades mais expressivas e tornou-se o grupo dominante em todos os pontos, uma vez que todas as outras divisões apresentaram densidades muito baixas neste período de coleta. Este gênero, em agosto/04, obteve sua mais alta densidade no ponto MUC-02P, embora também tenha sido bem representado nos demais pontos, exceto no MUC-01, onde não foi encontrado. Em fevereiro/05, exceto no MUC-01 e MUC-04, *Cryptomonas sp.* foi a espécie dominante no rio Mucuri. Na última campanha este indivíduo esteve presente em todos os pontos, porém superado em quantidade pelas diatomáceas.

As cianobactérias estiveram presentes quantitativamente em alguns pontos, mas as densidades apresentadas foram em geral baixas. O gênero mais representativo foi *Oscillatoria*. Segundo Branco, várias espécies causam obstrução de filtros, corrosão do ferro e várias outras espécies são indicadoras de poluição. De acordo com a nova legislação federal, Resolução CONAMA nº 357/05, o número de células de Cianobactérias permitido nas águas classe 2 é de até 50.000 cel/mL.

Notou-se a presença de *Oscillatoria sp.* em todos os pontos das quatro primeiras campanhas, porém em baixas densidades. A riqueza de cianobactérias aumentou em junho/02, encontrando-se seis espécies, enquanto nas análises anteriores a riqueza foi de apenas 2, 3 e 4 espécies. Mesmo assim, das seis espécies encontradas, apenas duas (*Oscillatoria* e *Microsystis*) tiveram densidades suficientes para aparecerem nas análises quantitativas.

A partir de outubro/02, a riqueza deste grupo de algas aumentou (9 espécies), e pelo menos 6 delas tiveram suas densidades quantificadas. Nas campanhas de maio e setembro/03 apenas duas cianobactérias foram encontradas nas análises quantitativas: *Oscillatoria sp.* e *Schizothrix sp.* Ainda assim, a densidade não foi suficientemente alta para causar qualquer dano ou preocupação em relação à possibilidade de ocorrências de florações. Na campanha seguinte, em março/04, não houve nenhuma

cianofíceas nas amostras quantitativas, embora tenham ocorrido 4 gêneros nas amostras qualitativas. Já em agosto/04 o número de células de cianofíceas foi muito superior ao anteriormente encontrado, registrando-se no MUC-02 densidade de até 1246 cél/mL, quais sejam: *Aphanocapsa* sp., *Microcystis* sp. e Nostocaceae. Nesta mesma campanha o MUC-01 foi o único que apresentou cianofíceas apenas nas amostras qualitativas e registrou-se ali apenas um gênero: *Oscillatoria* sp.

No período amostrado em fevereiro/05, as algas cianofíceas só foram registradas nas amostras quantitativas no MUC-01, onde a espécie *Merismopedia* sp. obteve uma densidade de 20 cél/mL. A outra cianofíceas presente no sistema foi o gênero *Phormidium*, presente nos pontos MUC-01 e MUC-02, mas somente nas amostras qualitativas. Já em agosto/05, não se registrou cianofíceas em nenhuma amostra quantitativa, embora tenham sido registradas pelo menos cinco espécies nas amostras qualitativas.

A campanha de março/06 apresentou um quadro bastante diferente no que se refere à composição da comunidade fitoplanctônica. As clorofíceas foram bastante abundantes no reservatório e a jusante deste, principalmente a espécie *Eutetramorus planctonicus*. Entretanto as cianofíceas foram o grupo dominante nesta campanha, alcançando grandes densidades populacionais, principalmente no ponto MUC-02, onde se registrou um total de 9684 céls/mL. As algas Chroococcaceae e principalmente *Microcystis protocystis* foram as responsáveis pela alta densidade encontrada no ponto do reservatório e a jusante deste. Ressalta-se que a densidade de cianobactérias está de acordo com a CONAMA 357/05. Esta floração no verão pode estar relacionada com a alta intensidade luminosa, às altas temperaturas, juntamente com a disponibilidade de nutrientes.

Na última campanha ocorreu uma nova mudança na composição taxonômica da comunidade de algas. Não foram registradas cianobactérias nas amostras quantitativas, embora estivessem presentes nas amostras qualitativas dos pontos MUC-03 e MUC-04. O grupo dominante nos pontos dentro e a jusante do reservatório foi o das clorofíceas, destacando a espécie *Eutetramorus planctonicus*, abundante também na campanha anterior. O fitoflagelado *Rhodomonas lacustris* teve também grande importância numérica no reservatório e a jusante deste. O ponto a montante, MUC-01, apresentou uma composição diferenciada, sem a dominância numérica expressiva de uma única espécie.

As alterações na composição da comunidade foram novamente verificadas em agosto/07. As cianofíceas tornaram-se um grupo numericamente muito importante no ponto MUC-02, dentro do reservatório, e também, em menor grau, nos pontos a jusante do mesmo. As clorofíceas deixaram de ser a divisão dominante e cresceu a densidade de diatomáceas, principalmente os gêneros *Synedra* e *Aulacoseira*. O grande crescimento de cianofíceas dentro do reservatório chama a atenção e deve-se destacar que este grupo de algas, por incluir espécies produtoras de toxinas, pode vir a causar problemas no futuro, embora sua densidade ainda seja bastante inferior àquela apontada pela Portaria 518/MS como merecedora de preocupação do ponto de vista médico-sanitário.

O Quadro 2.4 mostra a frequência e a abundância de alguns gêneros conhecidos como tolerantes à poluição. Nas duas primeiras campanhas todos os pontos de amostragem apresentaram uma alta frequência destes grupos, e em concentrações altas; uma alga que alcançou concentrações expressivas foi a *Navicula* sp., que em julho/01 obteve 130 indivíduos amostrados no ponto MUC-02, e

concentrações também altas nos demais pontos. Novamente em outubro/01 esta alga apresentou altas densidades em todos os pontos.

QUADRO 2.4  
FREQUÊNCIA E ABUNDÂNCIA (IND/ML) DE ALGAS TOLERANTES À POLUIÇÃO.

JULHO/2001	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	4	3	-	1	3
<i>Scenedesmus</i> sp.	12	17	-	23	16
<i>Nitzschia</i> sp.			-	2	
<i>Navicula</i> sp.	43	130	-	88	63
<i>Synedra</i> sp.	11	18	-	16	24
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	27	30	-	35	27
<i>Gomphonema</i> sp.	7		-	1	5
OUTUBRO/2001	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	21	14	-	14	11
<i>Scenedesmus</i> sp.	1	1	-	1	1
<i>Navicula</i> sp.	31	54	-	28	32
<i>Synedra</i> sp.	10	6	-	7	9
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	3	6	-	1	1
<i>Gomphonema</i> sp.	5	9	-	1	4
<i>Closterium</i> sp.	3	1	-		
<i>Spirogyra</i> sp.	1		-		
MARÇO/2002	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	6		-	1	
<i>Scenedesmus</i> sp.	2		-		
<i>Navicula</i> sp.	48		-	2	4
<i>Synedra</i> sp.	17		-	2	
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	8	27	-	10	14
<i>Gomphonema</i> sp.	1		-	1	
<i>Closterium</i> sp.	4		-		
JUNHO/2002	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	3	3			3
<i>Navicula</i> sp.	19		5	3	13
<i>Synedra</i> sp.	8				3
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	3		5		
<i>Gomphonema</i> sp.	3				
<i>Closterium</i> sp.	5			3	
<i>Spirogyra</i> sp.	3				3
OUTUBRO/2002	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	11		7	2	11
<i>Navicula</i> sp.	69	16	7	9	18
<i>Synedra</i> sp.	29	3		2	
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	22	22	18	11	20
<i>Gomphonema</i> sp.	7			4	3
<i>Closterium</i> sp.			2		
JANEIRO/2003	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.		240	124		
<i>Navicula</i> sp.	27	38	30	16	28
<i>Synedra</i> sp.	11	9	6	8	14
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	3			3	6
<i>Gomphonema</i> sp.	3			5	8

X – alga encontrada somente na análise qualitativa.



CONTINUAÇÃO...

MAIO/2003	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.		216	115	201	
<i>Navicula</i> sp.	21	29	20	24	23
<i>Synedra</i> sp.	12	16	8	15	18
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	2	3		5	5
<i>Gomphonema</i> sp.				2	5
<i>Closterium</i> sp.		3			
SETEMBRO/2003	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	X	102	99	101	X
<i>Navicula</i> sp.	8	12	5	15	14
<i>Synedra</i> sp.	8	10	9	15	8
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	3	7	2	5	3
<i>Gomphonema</i> sp.	3	5	2	5	5
<i>Closterium</i> sp.		X		X	
MARÇO/2004	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	X				
<i>Navicula</i> sp.	X	2			
<i>Synedra</i> sp.	4				
<i>Gomphonema</i> sp.		1			
AGOSTO/2004	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Oscillatoria</i> sp.	X				
<i>Navicula</i> sp.	105	2	3	X	5
<i>Synedra</i> sp.	12	552	891	215	272
<i>Gomphonema</i> sp.	2				
<i>Closterium</i> sp.	2			4	
<i>Scenedesmus</i> sp.	2		5		
<i>Spirogyra</i> sp.		X	X		X
FEVEREIRO/2005	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Navicula</i> sp.	32	2	1		3
<i>Synedra</i> sp.	4	X	1	1	
<i>Melosira</i> sp.		X	X		
<i>Cyclotella</i> sp.		2		1	
<i>Closterium</i> sp.	X				
<i>Closterium kuetzingii</i>					X
AGOSTO/2005	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Navicula</i> sp.	18	29	21	10	9
<i>Synedra</i> sp.	3				
<i>Synedra goulardii</i>	X			X	
MARÇO/2006	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Navicula</i> sp.	6		10	11	11
<i>Synedra</i> sp.				3	
<i>Cyclotella</i> sp.			29	11	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	2				
AGOSTO/2006	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1		11	15	35
<i>Scenedesmus</i>		5			
<i>Navicula</i> sp.	4				
<i>Cryptomonas</i>	1	6	5	15	18
<i>Fragilaria</i> sp.	1				
MARÇO/2007	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1		4	1	
<i>Scenedesmus</i>		3		X	X
<i>Navicula</i> sp.	7	68	X	X	X
<i>Synedra</i> sp.	3	15	1	X	
<i>Fragilaria</i> sp.		3			X

X – alga encontrada somente na análise qualitativa.

CONTINUAÇÃO...

AGOSTO/2007	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<i>Synedra sp.</i>	15	167	210	43	104
<i>Navicula sp.</i>	34			18	X
<i>Gomphonema sp.</i>	2				
<i>Scenedemus sp.</i>	X				
<i>Ankistrodesmus sp.</i>				X	X

X – alga encontrada somente na análise qualitativa.

Nas duas campanhas logo após o enchimento do reservatório, tanto a frequência quanto a abundância destas algas indicadoras de poluição caíram em praticamente todos os pontos. Tal fato se deve ao aumento no volume de água, que contribuiu para a diluição do fitoplâncton. De acordo com o padrão já observado, o ponto MUC-01 foi a única exceção, já que, em 2002, não se observou tal queda na frequência ou na abundância destas algas. Em outubro/02, *Navicula* e *Ankistrodesmus* foram as algas indicadoras mais frequentes (presentes em todos os pontos) e também de maior abundância.

Em janeiro/03, *Ankistrodesmus* foi substituído por *Synedra* em termos de frequência; *Oscillatoria* passou a ser a mais abundante em pelo menos um ponto (MUC-02), apresentando altas densidades, tanto na região superficial, quanto na subsuperficial (240 e 124 cél/mL, respectivamente). Nas campanhas de 2003, todos os pontos apresentaram mais de um gênero indicador de poluição, mas apenas *Oscillatoria* (nos pontos MUC-02 e MUC-03) e *Navicula* (todos os pontos) tiveram densidades realmente expressivas.

A campanha de março/04 foi a que registrou a menor participação das algas indicadoras de poluição. Os pontos MUC-03 e MUC-04 não tiveram nenhuma ocorrência dessas algas, assim como o ponto MUC-02 na região subsuperficial. Para os outros dois pontos foram encontrados apenas os gêneros *Oscillatoria*, *Navicula*, *Synedra* e *Gomphonema*. E mesmo estas apresentavam densidades pequenas, não ultrapassando 4 ind/mL. Já em agosto/04 registrou-se a ocorrência de sete gêneros indicadores de enriquecimento orgânico, mas destes sete, dois foram encontrados apenas nas amostras qualitativas (*Spirogyra* e *Oscillatoria*) e apenas dois (*Navicula* e *Synedra*) tiveram densidades expressivas.

Em fevereiro/05, ocorreram apenas cinco algas indicadoras de enriquecimento orgânico. Destas, apenas a diatomácea *Navicula* alcançou densidades representativas em um dos pontos (MUC-01). Novamente em agosto/05 foram encontradas poucas espécies indicadoras de ambientes enriquecidos por carga orgânica e destas, *Navicula* e *Synedra*, apenas *Navicula* estava presente em todo o sistema com densidades representativas. Em março/06 *Navicula* e *Synedra* continuaram sendo as algas indicadoras de carga orgânica mais comuns no sistema, embora sua densidade não tenha sido muito alta em nenhum dos pontos. O ponto MUC-02 chama a atenção pelo fato de não ter registrado nenhuma dessas algas na superfície, apenas na coluna d'água, onde predominaram as algas do gênero *Cyclotella*.

Na campanha de agosto/06, a maioria dos pontos apresentou os gêneros *Chlamydomonas* e *Cryptomonas* como os mais abundantes dentre aqueles considerados tolerantes à carga orgânica, sendo este último encontrado nas amostras quantitativas de todos os pontos analisados.

Na campanha seguinte, a diatomácea *Navicula* esteve presente em todos os pontos de amostragem, destacando-se numericamente no reservatório. Os pontos MUC-04 e MUC-03 mostraram o melhor resultado segundo esta análise, uma vez que o primeiro não mostrou nenhuma alga tolerante nas amostras quantitativas, ainda que estivessem presentes nas análises qualitativas, e o segundo, nas amostras quantitativas apresentou apenas 1 ind/mL pertencente ao gênero *Chlamydomonas* sp. Também em agosto/07 verificou-se que as algas indicadoras de ambientes eutrofizados não eram comuns ou freqüentes no sistema. Apenas *Synedra* foi encontrada em todos os locais com grande abundância. O gênero *Navicula* não foi registrado dentro do reservatório, embora estivesse presente nas amostras quantitativas do ponto MUC-03 e nas qualitativas do MUC-04.

### **Zooplâncton**

Ao contrário do fitoplâncton, que é reconhecidamente mais rico e diverso em ecossistemas de águas continentais do que em ambientes marinhos, o zooplâncton tem maior importância ecológica em mares e oceanos, sendo que em água doce caracteriza-se pela baixa diversidade.

A comunidade zooplanctônica apresentou-se com densidades variando entre muito escassa e muito abundante, o que significa uma grande amplitude de variação tanto entre os pontos, como num mesmo ponto em diferentes campanhas.

A mudança de ambiente lótico para lêntico trouxe uma profunda alteração para esta comunidade. Foi notável o quanto a densidade dos organismos aumentou a partir do enchimento do reservatório. Todos os pontos apresentavam uma comunidade de abundância escassa nas duas primeiras campanhas e, nas duas campanhas após o enchimento, a comunidade tornou-se muito abundante nos três pontos mais afetados pelo empreendimento, embora também o ponto MUC-01 tenha sofrido alterações em relação aos períodos anteriores (Figura 2.5). Este aumento da abundância do zooplâncton se manteve ao longo do tempo, em outubro/02 todos os pontos tiveram a abundância desta comunidade considerada como moderada; em janeiro/03 o aumento foi ainda maior e os pontos MUC-02 e MUC-04 passaram a ter uma comunidade abundante (densidade total entre 50 e 100 org/L), enquanto o MUC-03 teve uma comunidade muito abundante (densidade total acima de 100 org/L). A abundância de zooplâncton no ponto MUC-03 se deveu principalmente à presença de crustáceos, principalmente Nauplius cyclopoida e, em segundo lugar, Nauplius calanoida.

Em maio/03, a abundância de crustáceos foi notada principalmente nos pontos MUC-02 e MUC-03, em ambos superando os 200 org/L. No MUC-04, este foi também o grupo dominante da comunidade zooplanctônica, ainda que em densidades que podem ser consideradas moderadas. Nesta campanha o MUC-01 foi o ponto que apresentou a menor densidade, sendo dominado por rotíferos, mas com uma comunidade com o número de indivíduos claramente mais bem distribuído entre seus componentes.

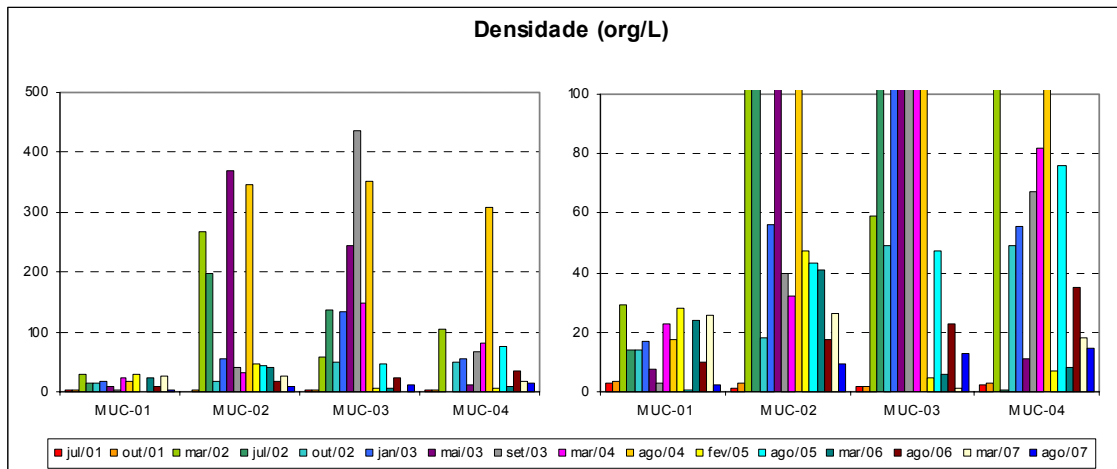


FIGURA 2.5: DENSIDADE DE ESPÉCIES DO ZOOPLÂNCTON NAS CAMPANHAS REALIZADAS DE JULHO/01 A AGOSTO/07.

A maior abundância de zooplâncton no ponto MUC-03 foi mantida durante as campanhas de setembro/03 e março/04, destacando-se setembro/03 quando ocorreu um pico na densidade de crustáceos, principalmente da espécie *Daphnia gessneri* que alcançou 213 org/L. Na campanha seguinte, após o período de chuvas mais intensas, a abundância de crustáceos nesse ponto foi reduzida à cerca de um quarto, aproximando-se dos valores de densidade anteriormente encontrados.

Entretanto, em agosto/04 ocorreu novamente um acréscimo nestas populações e foram encontrados valores bastante altos nos pontos MUC-02, MUC-03 e MUC-04, todos com abundância superior a 300 org/L. Os organismos que mais contribuíram para estes elevados valores de densidade foram os rotíferos, principalmente a espécie *Polyarthra vulgaris* e os crustáceos, principalmente a forma Nauplius Cyclopoida. Os protozoários tiveram importância numérica relativamente pequena, quando comparada a estes dois grupos. O ponto MUC-01 foi o único cuja abundância foi moderada, tendo sido encontrados apenas 17 org/L, além disso, foi o único ponto em que o grupo dominante foram os protozoários, mais especificamente *Arcella vulgaris* e *Centropyxis aculeata*.

Em fevereiro/05, novamente seguindo o mesmo padrão encontrado para o fitoplâncton, ocorreu um decréscimo significativo na densidade das populações zooplânctônicas dos pontos MUC-02, MUC-03 e MUC-04. Nestes três locais a densidade maior foi no MUC-02, cuja abundância foi de 47 org/L, considerada moderada; nos outros dois pontos este parâmetro variou entre 4,5 e 6,9 org/L. O ponto MUC-01 assim como na campanha anterior, distinguiu-se dos demais por não apresentar tal amplitude de variação, sua densidade foi de 28 org/L, resultado um pouco maior que na campanha de agosto/04.

Na campanha seguinte houve a manutenção da densidade no ponto do reservatório MUC-02 e um crescimento expressivo das populações dos dois pontos a jusante, talvez em resposta a maior disponibilidade de fitoplâncton ocorrida nessa mesma campanha. Os organismos responsáveis por essa alta densidade no reservatório e nos pontos a jusante deste foram principalmente as formas imaturas do crustáceo Cyclopoida. Nestes três pontos os protozoários foram o grupo de menor importância numérica. O ponto MUC-01 novamente reagiu de maneira diversa dos demais e apresentou uma queda brusca na densidade desta comunidade. Ainda diversamente dos demais locais,

no MUC-01 os protozoários foram o grupo dominante, enquanto os crustáceos e rotíferos tiveram participação muito limitada.

Em março/06 houve um decréscimo bastante significativo da abundância de zooplâncton nos pontos MUC-03 e MUC-04, tendo passado de ambientes moderadamente abundantes para escassos. Entretanto, o ponto dentro do reservatório, MUC-02, não mostrou alteração na densidade destes organismos permanecendo a densidade com valores próximos aos anteriormente encontrados, ligeiramente superior a 40 org/L. O ponto MUC-01, localizado a montante do reservatório, foi o único a ter sua densidade mais elevada em relação à campanha anterior, apresentando abundância moderada de organismos, com 24,2 org/L. Em agosto/06, todos os pontos mostraram abundância moderada de zooplâncton, com especial participação numérica de crustáceos que representaram mais de 90% de toda a comunidade dos quatro pontos. Protozoários e rotíferos tiveram participação muito limitada nesta campanha.

Também na primeira campanha de 2007, a maioria dos pontos mostrou abundância moderada de zooplâncton, com exceção do MUC-03 que sofreu uma forte diminuição na densidade desta comunidade e passou a apresentar abundância escassa. Nos dois pontos a jusante do reservatório observou-se a redução significativa na densidade desta comunidade, talvez como reflexo da diminuição de fitoplâncton nesta mesma campanha dentro e a jusante do reservatório. Os crustáceos foram novamente os organismos dominantes desta comunidade, exceto no MUC-03, onde não foram encontrados. Apenas no reservatório e no ponto imediatamente a jusante deste registraram-se exemplares de protozoários. Contrariando o esperado na campanha de agosto/07 ocorreu a diminuição da abundância desta comunidade na maioria dos pontos, apesar da grande oferta de recursos nutricionais proporcionada pelo aumento da densidade fitoplanctônica. Apenas o MUC-03 mostrou um aumento na densidade destes organismos que passaram de 1,2 para 12,8 org/L. Este local frequentemente tem mostrado grande variação nos parâmetros da comunidade zooplanctônica.

A variação sofrida pelos parâmetros diversidade e riqueza não obedeceram a um padrão tão óbvio quanto a densidade (Figura 2.6). Ainda assim pode-se notar uma ligeira diminuição da riqueza e da diversidade nos pontos do rio Mucuri, exceto no ponto MUC-01, onde a riqueza aumentou perceptivelmente nas últimas campanhas e conseqüentemente também houve aumento na diversidade. Entretanto, num prazo de tempo maior, verificou-se a recuperação da diversidade neste sistema; em janeiro/03 todos os pontos do rio Mucuri tiveram diversidade maior do que 2,0. Nesta mesma campanha, a riqueza média dos quatro pontos analisados foi de 25 espécies, contra apenas 16 espécies na campanha de julho/02.

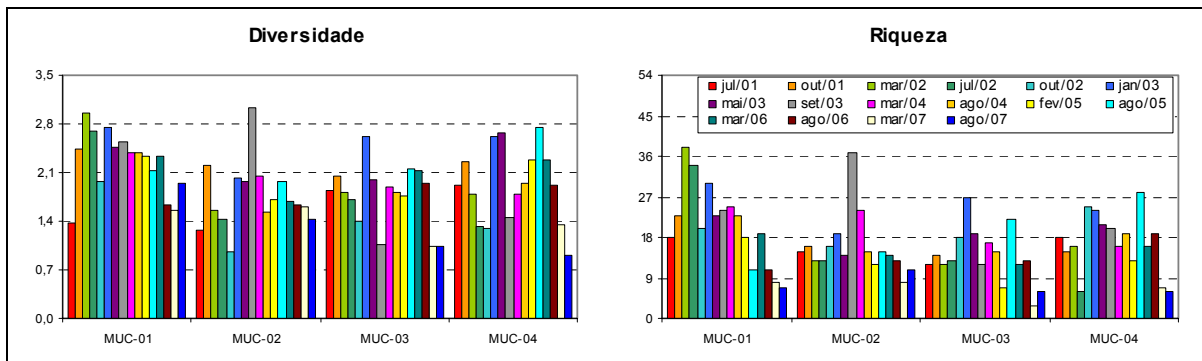


FIGURA 2.6: DIVERSIDADE E RIQUEZA DE ESPÉCIES DO ZOOPLÂNCTON NAS CAMPANHAS REALIZADAS DE JULHO/01 A AGOSTO/07.

Em maio/03, a diversidade continuou próxima de 2,0 em todos os pontos, mas foi notável uma redução na riqueza de espécies. O maior número de taxa encontrado foi no MUC-01, com 23 espécies e a menor, no MUC-02 com apenas 14 espécies, um dos valores mais baixos registrados neste trecho do rio. Nas campanhas de setembro/03 e março/04 registrou-se um expressivo incremento na diversidade e riqueza do ponto MUC-02, embora nos outros três os valores tenham continuado semelhantes aos das coletas anteriores.

Em agosto/04 pode-se dizer que não houve grandes alterações nos valores de riqueza e diversidade, exceto no ponto MUC-02, onde a riqueza diminuiu de 24 para 15 taxa, de março para agosto. Este ponto mostrou-se o mais sensível a alterações nos parâmetros da comunidade, exibindo sempre as maiores oscilações na riqueza e diversidade e também grande amplitude de variação na densidade. Já em fevereiro/05, a diminuição da riqueza foi comum a todos os pontos, principalmente no MUC-03, onde foram registradas apenas 7 taxa. A diversidade variou pouco entre a campanha de agosto/04 e a de fevereiro/05. Nos pontos MUC-01 e MUC-03 ocorreu uma ligeira diminuição, enquanto nos outros dois observou-se um aumento um pouco mais expressivo. Em todos os pontos a diversidade pode ser considerada como adequada a ambientes moderadamente alterados.

Na campanha seguinte, agosto/05, tanto a riqueza como a diversidade aumentaram expressivamente nos dois pontos a jusante do reservatório, aumentaram um pouco no reservatório e tiveram um decréscimo (significativo no caso da riqueza) no ponto a montante. Estas variações entre os pontos reforçam a idéia de que o ponto MUC-01 apresenta uma dinâmica biológica muito diferenciada dos demais, passando a constituir um ambiente à parte.

Tal padrão se repetiu na campanha de março/06, quando o ponto MUC-01 foi o único a apresentar um aumento na riqueza e na diversidade, enquanto todos os outros mostraram um decréscimo, ainda que pequeno, nestes parâmetros da comunidade. Este mesmo ponto foi o que mostrou a maior riqueza do sistema e também a maior diversidade nesta campanha. O ambiente lêntico formado pelas águas do reservatório teve um claro domínio numérico de crustáceos, principalmente as formas nauplius de Calanoida e Cyclopoida. Nos outros pontos, que ainda conservam sua natureza lótica, foi observada uma distribuição mais equitativa dos organismos.

Já em agosto/06, a estrutura da comunidade foi alterada e encontrou-se o ponto MUC-04 como o de maior riqueza, 19 taxa, enquanto o MUC-01 sofreu uma diminuição neste parâmetro apresentando apenas 11 taxa. A diversidade variou pouco nesta campanha, entre 1,63 e 1,92; sendo os dois pontos a jusante os mais diversos.

Houve uma redução expressiva na riqueza do sistema na campanha de março/07, principalmente nos dois pontos a jusante do reservatório que não apresentaram mais do que sete taxa. A diversidade seguiu o mesmo padrão, encontrando-se valores menores do que na campanha anterior, principalmente no MUC-03 e MUC-04. A tendência à diminuição da diversidade manteve-se em agosto/07 quando este parâmetro caiu nos pontos MUC-02 e MUC-04 e neste último caso foi inferior a 1,0. Somente no ponto a montante do reservatório foi registrado aumento neste parâmetro que alcançou valor próximo a 2,0. Apesar do relativamente alto valor de diversidade este local apresentou baixa riqueza de espécies, apenas 7 taxa, número bastante próximo dos dois pontos mais a jusante que tiveram apenas 6 taxa cada um. Ainda que pareça um contrassenso esta comunidade ter seus números diminuídos justamente quando há abundância de algas no sistema, deve-se ter em consideração que a maioria da comunidade fitoplanctônica é composta por cianofíceas que têm baixo valor nutricional e por diatomáceas, cujas carapaças silicosas dificultam a palatabilidade e desafiam a herbivoria.

Entre os organismos encontrados, destacou-se o protozoário *Vorticella sp.* em julho e *Arcella vulgaris* em outubro/01. Segundo BRANCO, 1986, *Vorticella sp.* pode ser encontrado em águas que recebem esgotos, pois se alimentam de partículas orgânicas e de bactérias. Já *Arcella vulgaris* é comum em água doce e também em associação com outros organismos, no interior de tubulações. Nas campanhas de março e julho/02 estas espécies de protozoários perderam importância diante da superioridade numérica de *Centropyxis aculeata*. Entretanto, os organismos que realmente predominaram na fase pós-enchimento foram os crustáceos, responsáveis pelas grandes densidades alcançadas pelo zooplâncton nesse período. O rotífero Bdelloidea, tido como indicador de enriquecimento orgânico, apresentou-se em abundância muito escassa na maioria das amostras, ou no máximo escassa em alguns casos.

Observou-se na última campanha de 2006 uma nítida diferença na composição da comunidade de crustáceos entre o ponto a montante do reservatório, o reservatório e os dois pontos a jusante deste. Nestes últimos predominou o gênero *Daphnia*, um cladóceros filtrador que se alimenta principalmente de fitoplâncton e detritos e cuja abundância tem sido registrada por vários autores como sazonal, dependente do ciclo de chuvas. Dentro do reservatório também foram encontrados espécimes deste gênero, convivendo com Cyclopoida na sua forma imatura de copepoditos, numericamente mais abundantes. No ponto a montante, os copepoditos Cyclopoida eram os organismos que mais se destacavam pela sua densidade.

Em março/07, o ponto MUC-01 e MUC-02 apresentaram uma composição taxonômica relativamente similar. Em ambos, o organismo dominante entre os rotíferos foi a espécie *Conochilus dossuarius*, enquanto entre os crustáceos foi a *Diaphanosoma birgei* seguida por nauplius da ordem Cyclopoida. Os pontos a jusante do reservatório tiveram comunidades bem mais diferenciadas nesta campanha. O MUC-03 não mostrou nenhum registro de microcrustáceo, que eram os organismos dominantes no MUC-04. Este por sua vez não apresentou nenhum protozoário nas suas amostras que eram os

organismos mais abundantes no MUC-03. E entre os rotíferos não tiveram nenhuma espécie em comum. Na campanha seguinte verificou-se que a comunidade do ponto MUC-01 diferia bastante das demais. Neste local dominavam os protozoários, enquanto os crustáceos foram extremamente escassos. Os outros três ambientes tinham uma similaridade muito maior entre si sendo dominados numericamente por rotíferos, principalmente *Conochilus dossuarius*; os crustáceos em segundo lugar, destacando-se as formas Nauplius e por fim os protozoários com abundância muito escassa.

A maioria das espécies zooplancônicas tende a evitar habitats onde ocorrem intensos fluxos de água, preferindo ambientes onde a velocidade da correnteza é restrita, particularmente habitats interticiais em associação com plantas e onde a matéria orgânica se acumula. Assim, nas águas continentais encontra-se, com frequência, maior diversidade de espécies e maiores populações na região litorânea, já que somente poucas espécies estão adaptadas às condições ambientais da região limnética. A transformação de um rio em reservatório favorece o desenvolvimento desta comunidade, como está ocorrendo visivelmente no trecho em questão.

#### Comunidade Bentônica

Devido à sua maior fidelidade em refletir o ambiente físico e à sua baixa mobilidade, a fauna bentônica é de grande importância para a bioindicação de qualidade de água.

A comunidade de zoobentos mostrou-se empobrecida tanto em termos de número de taxa quanto em número de indivíduos em cada ponto de coleta (Figura 2.7), sendo que nos pontos MUC-03, nas campanhas de 2002 e maio/03, e MUC-04 e MUC-02, em março e junho/02, respectivamente, não se encontrou nenhum organismo.

Os únicos ambientes que apresentaram uma grande abundância de organismos, mesmo depois do enchimento do reservatório foram o ponto MUC-01, principalmente em julho/01, outubro/01 e junho/02, e o ponto MUC-04, em janeiro/03, quando surgiu um integrante ainda não encontrado na comunidade, o crustáceo da família Palaemonidae. A baixa abundância na maioria dos pontos e a presença de uma nova espécie, pouco comum entre o zoobentos, demonstraram as alterações que esta comunidade sofreu com a transformação do rio em reservatório. Além disso, esta comunidade apresentou altos níveis de dominância por uma única espécie em quase todos os pontos.

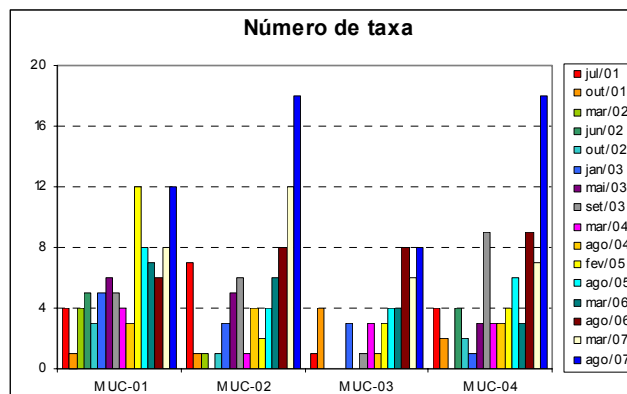


FIGURA 2.7: NÚMERO DE TAXA DA COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA.



Ainda em termos de alta abundância, os pontos MUC-01 e MUC-04 apresentaram grande número de indivíduos (147 e 232, respectivamente) em maio/03, mas também nestes dois casos a dominância de uma única espécie (o molusco Hidrobiidae no MUC-01 e o díptero Chironomidae no MUC-04) caracteriza ambientes já degradados.

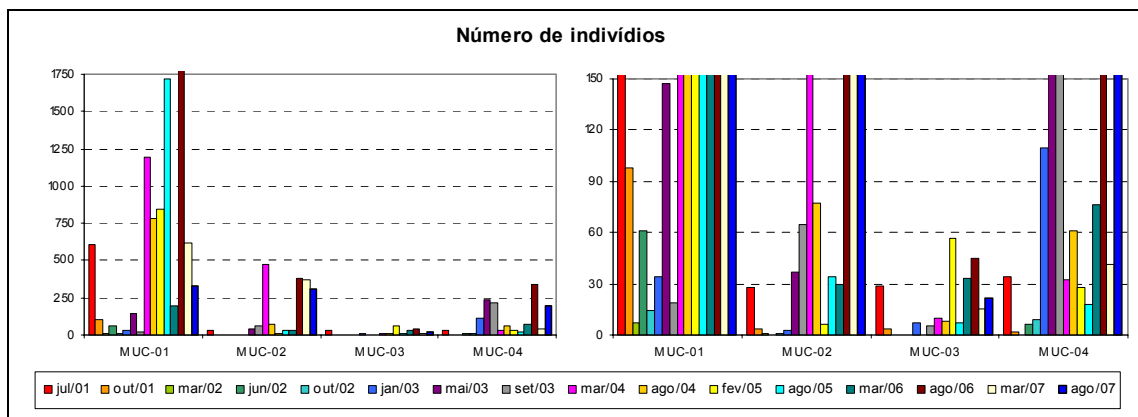


FIGURA 2.8: NÚMERO DE INDIVÍDUOS DO ZOOBENTOS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS CAMPANHAS REALIZADAS.

As comunidades bentônicas deste ambiente puderam ser consideradas como muito escassas, sendo constituídas, praticamente, por alguns moluscos e anelídeos. Entre os moluscos deve-se destacar a espécie *Melanoides tuberculata* pelo fato de ter aparecido nas quatro primeiras campanhas, principalmente em julho, no ponto MUC-01, quando foram notificados 579 indivíduos. Nas campanhas de 2002 o molusco bivalve *Corbicula fluminea* também assumiu uma importância ecológica bem distinta nessa comunidade, sendo a espécie dominante neste período. Também em agosto de 2004 foram encontrados moluscos *Corbicula* em grande concentração, principalmente no MUC-01, onde este gênero tinha 562 indivíduos.

O molusco *Melanoides tuberculata* possui origem asiática e foi introduzido na África e depois na América nos anos 80. Hoje já é um molusco bastante comum em quase todos os ambientes e se reproduz muito facilmente e de forma eficaz: por partenogênese. Este fato aliado à sua característica de ser vivíparo e de já nascer portador de uma concha completamente formada e dura, faz com que ele garanta sua sobrevivência e evite a ação dos predadores. Sabe-se também que se alimenta de partículas orgânicas e sobrevive bem em qualquer ambiente, mesmo com pouca presença de oxigênio. Já foi encontrado na Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte, MG, por exemplo, cerca de 17.000 moluscos por m<sup>2</sup>. Não é portador de patologias na América.

Na campanha de maio/03, teve-se a presença significativa de *Melanoides tuberculata* nos pontos MUC-01 e MUC-02. Mas deve-se também destacar, no MUC-01, a presença, ainda que em números não tão elevados, de insetos como a libélula do gênero *Aphylla* e o heteróptero do gênero *Martarega*, ambos considerados indicadores de boa qualidade de água. No ponto MUC-04, o elevado número de larvas de Chironomidae sugere degradação do meio aquático. Ainda nesta campanha, é necessário chamar a atenção para a ocorrência do molusco (um único indivíduo) do gênero *Biomphalaria*, entretanto em pequenas proporções. Este gênero possui três espécies que atuam como hospedeiros intermediários do *Schistosoma mansoni*, e cuja distribuição geográfica alcança a área em questão.

Em setembro/03, as larvas de Chironomidae foram abundantes nos pontos MUC-02 e MUC-04, embora neste último ponto o heteróptero de gênero *Tenagobia* tenha sido dominante na comunidade. Encontraram-se ainda alguns representantes dos bioindicadores de boa qualidade de água tais como o efemeróptero *Cleodes* nos pontos MUC-01 e MUC-04 e novamente no MUC-04 as famílias de libélula Gomphidae e Libellulidae.

A campanha de março/04 destacou-se pela abundância de indivíduos nos pontos MUC-01 e MUC-02. No primeiro isto se deveu à alta densidade do molusco *Melanooides tuberculatus* e no segundo à alta densidade do crustáceo *Macrobrachium* sp. Ainda que o número de indivíduos tenha sido alto nesta campanha, a riqueza foi baixa, sendo encontrado um máximo de apenas 4 taxa em um ponto (MUC-01).

Em agosto de 2004 a riqueza foi muito baixa em todos os pontos, sendo o valor máximo de apenas 4 taxa, no ponto MUC-02. O único organismo indicador de boa qualidade de água nesta campanha foi o efemeróptero de gênero *Cleodes*, que foi representado por 11 ninfas no ponto MUC-04. Destacou-se ainda o ponto MUC-01 pelo grande número de moluscos encontrados: um total de 782 indivíduos, pertencentes a *Melanooides tuberculatus*, *Corbicula* e a família Hydrobiidae. Não foi registrada a presença de *Biomphalaria*, gênero de caramujo que é hospedeiro intermediário do parasita *Schistosoma mansoni*.

Na campanha de fevereiro/05, o ponto MUC-01 destacou-se pelo alto número de indivíduos e alta riqueza. Neste ponto foram encontrados 12 taxa, o maior número registrado no sistema até esta campanha, e 844 indivíduos. A maioria dos organismos amostrados foi composta por moluscos pertencentes ao gênero *Lymnaea* (650 ind). Ainda neste ponto é notável a abundância de efemerópteros pertencentes às famílias Baetidae e Leptohyphidae (140 indivíduos no total). O único outro ponto onde também foram registrados estes organismos indicadores de boa qualidade de água foi o MUC-04, mesmo assim com abundância bastante inferior, apenas 4 indivíduos da família Baetidae.

Em agosto/05 os moluscos ainda eram os organismos dominantes desta comunidade exceto no ponto MUC-04. Destaca-se a presença em alta densidade no ponto MUC-01 das espécies *Melanooides tuberculata* e *Corbicula fluminea*. Nesse mesmo ponto está presente, também em grande abundância, o molusco *Biomphalaria* sp., hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*, agente patológico da esquistossomose. Apesar da dominância da comunidade por esses poucos taxa, o ponto MUC-01 mostrou a maior riqueza dessa campanha (8 taxa), seguido pelo MUC-04 (6 taxa). Neste último registraram-se as presenças de ninfas de Odonata e de Ephemeroptera, ambas indicadoras de boa qualidade de água.

A riqueza de taxa permaneceu baixa em março/06, observando-se então um gradiente de diminuição da mesma ao longo do curso do rio Mucuri. O ponto MUC-01 apresentou 7 taxa e o ponto mais a jusante, MUC-04 apenas 3 taxa. A abundância também foi alta no MUC-01, tendo sido registrados quase 200 indivíduos, predominantemente dos moluscos invasores *Melanooides tuberculatus* e larvas da família Chironomidae. Apesar da dominância numérica destes indicadores de degradação ambiental foram também encontradas algumas ninfas de Ephemeroptera e Odonata. Os crustáceos da ordem

Decapoda (Palaemonidae), pequenos camarões de água doce, foram registrados em todos os pontos analisados, mas eram especialmente abundantes no ponto MUC-04.

A campanha de agosto/06 mostrou um aumento no número de taxa nos três pontos a jusante, sendo desta vez o MUC-04 a apresentar o maior número, 9 taxa. No ponto MUC-01, onde ocorreu uma diminuição, foram encontrados 6 taxa. Esta campanha foi especialmente abundante em termos de número de indivíduos, tendo sido registrados 1916 organismos no MUC-01. Destes, mais de 90% eram moluscos, principalmente a espécie exótica *Melanooides tuberculata*. O ponto MUC-03 teve o seu maior número de indivíduos registrado até o momento, 45 organismos. Foram coletadas larvas de Odonata em todos os locais, embora no MUC-01 tenha sido registrado apenas um exemplar. Neste mesmo ponto ocorreram em grande densidade larvas de Chironomidae. Nos dois pontos a jusante, além de Odonata, foram encontrados também outros indicadores de boa qualidade ambiental, como as ninfas de Ephemeroptera da família Baetidae.

Enquanto o ponto a montante e o ponto do reservatório mostraram um aumento na riqueza em março/07, os dois pontos a jusante sofreram uma diminuição neste parâmetro. No entanto, no sistema como um todo não houve variação significativa, mantendo-se a riqueza no mesmo nível da encontrada na campanha anterior. Já o número de indivíduos foi bastante diminuído nesta campanha, com exceção do ponto dentro do reservatório, onde devido à grande abundância de *M. tuberculatus* não houve variação significativa.

Já em agosto/07 todos os locais analisados exibiram uma melhoria na fauna bentônica apresentando comunidades mais ricas em espécies. Nesta campanha destacam-se os altos valores de riqueza dos pontos MUC-02 e MUC-04, onde se registraram 18 taxa. Ainda em agosto/07, a respeito do número de indivíduos os locais a montante e no reservatório tiveram um comportamento diferente dos locais a jusante deste. No MUC-01 e MUC-02 ocorreu uma diminuição na abundância de indivíduos, enquanto nos outros dois o número aumentou, ainda que apenas ligeiramente no MUC-03. Moluscos dos gêneros *Melanooides*, *Limnea* e *Corbicula*, assim como as larvas de Chironomidae (Díptera) foram os principais representantes da comunidade bentônica também neste momento.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A qualidade física e química do rio Mucuri é boa em geral, ainda que se tenha encontrado nas suas águas algumas substâncias que potencialmente prejudiquem a integridade dos sistemas biológicos. Entre estas substâncias cita-se: DBO, ferro solúvel, manganês, fósforo total, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas e coliformes fecais e totais. Estes parâmetros tiveram concentrações acima da permitida pela legislação para águas enquadradas na classe 2 em alguns momentos, normalmente influenciadas pela sazonalidade e pelo esgoto lançado *in natura* pela cidade de Nanuque.

Logo após o enchimento do reservatório notou-se a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e dos teores de fósforo total. A diminuição nos teores de fósforo pode estar relacionada à assimilação deste nutriente pelas plantas aquáticas. O ponto de coleta MUC-01, provavelmente devido à proximidade de um centro urbano, foi o que se apresentou com pior qualidade, com os mais altos teores de nutrientes (P-total), alta DBO e turbidez, baixa concentração de oxigênio dissolvido e os mais

altos níveis de contaminação microbiológica. A mais baixa qualidade física e química das águas no ponto MUC-01 mantém-se ao longo do tempo, embora nas campanhas de 2006 e 2007 tenha ocorrido uma sensível melhora.

A maioria dos parâmetros medidos para as três comunidades biológicas mostrou que estas estavam relativamente estáveis ao longo do tempo. É sabido que mesmo as comunidades de ambientes naturais, sem nenhum tipo de interferência humana, apresentam variações entre diferentes momentos do ciclo hidrológico, notadamente entre as épocas de enchente e vazante. Entretanto, em agosto/04 todas as comunidades mostraram alterações notáveis na sua riqueza, densidade e diversidade, destacando-se principalmente o fito e o zooplâncton. O ponto MUC-01 apresentou comunidades biológicas diferenciadas dos demais pontos, tanto em termos de estrutura como de composição em espécies. Nos demais pontos ocorreram uma maior similaridade entre as comunidades biológicas. Esta diferenciação já era esperada, uma vez que o ponto mais a montante do empreendimento (MUC-01) sofre mais influências do núcleo urbano de Nanuque e está submetido a pressões ambientais bastante diversas daquelas do ponto onde atualmente é o reservatório (MUC-02) e dos pontos a jusante deste (MUC-03 e MUC-04). Após este período, as comunidades fito e zooplanctônica parecem ter retornado a um estado mais próximo do original, embora com uma riqueza ainda mais reduzida.

A campanha de agosto/06 foi notável pela boa qualidade demonstrada pelos parâmetros físicos e químicos. Dentre os parâmetros físico-químicos, apenas óleos e graxas foram encontrados em concentração acima do padrão determinado para águas classe 2, e ainda assim, em somente um ponto de amostragem (MUC-04). Em relação a qualidade bacteriológica, somente a densidade de microrganismos nos pontos MUC-01 e MUC-02, os mais próximos a Nanuque, esteve acima do permitido. O fato do reservatório ter nessa época seu volume diminuído para o manejo de macrófitas possivelmente influenciou o resultado.

Na penúltima campanha analisada (março/07), o ponto MUC-01 mostrou-se em desconformidade com os padrões para classe 2 apenas nos parâmetros OD e coliformes, enquanto os demais pontos estavam em conformidade para quase todos os parâmetros, exceto ferro solúvel. Este ambiente mostrou melhoras na sua qualidade e em agosto/07 não se verificou para nenhum ponto analisado qualquer desconformidade com o padrão exigido pela legislação.

O esvaziamento dos corpos d'água é considerado um método eficaz para o controle da eutrofização. A retirada de um grande volume de água implica em redução do tempo de permanência da água no hipolímnio, com redução da taxa de decomposição e da concentração de fósforo e nitrogênio, o que reduz o efeito da fertilização interna do reservatório, aumento da concentração de oxigênio no hipolímnio, e estabelece condições oxidativas na interface água-sedimento.

A redução na massa de água teve efeitos positivos sobre a biota, uma vez que se observou a redução na densidade de algas dentro do reservatório e o incremento das populações bentônicas em todos os pontos sob influência do barramento. A análise do material biológico da comunidade bentônica acusou a presença de moluscos planorbídeos do gênero *Biomphalaria* (vetores da esquistossomose) no primeiro

ponto de amostragem, entretanto, em baixa densidade. O acompanhamento do desenvolvimento desta comunidade está sendo feito pelo programa de monitoramento da qualidade da água.

## ***REGISTRO FOTOGRÁFICO***

*Agosto de 2007*



FOTO 2.1: PONTO DE COLETA MUC-01, A JUSANTE DA CIDADE DE NANUQUE, A MONTANTE DO FRISA.



FOTO 2.2: PONTO DE COLETA MUC-01, A JUSANTE DA CIDADE DE NANUQUE, A MONTANTE DO FRISA.



FOTO 2.3: PONTO DE COLETA MUC-02, RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA.



FOTO 2.4: PONTO DE COLETA MUC-02, RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA.



FOTO 2.5: PONTO DE COLETA MUC-03, A JUSANTE DA BARRAGEM DA UHE SANTA CLARA.



FOTO 2.6: PONTO DE COLETA MUC-03, A JUSANTE DA BARRAGEM DA UHE SANTA CLARA.



FOTO 2.7: PONTO DE COLETA MUC-04, A JUSANTE DA BARRAGEM DA UHE SANTA CLARA, TRECHO DE VAZÃO RESTITUÍDA.

## CERTIFICADOS DE ANÁLISES



OS-4687/07  
1/4

### CERTIFICADO DE ANÁLISE

#### CAMPANHA – AGOSTO / 2007

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
Cliente: LIMAR ENGENHARIA  
Projeto: AHE Santa Clara  
Municípios: Nanuque - MG  
Tipo da amostra : água superficial.  
Responsável pela coleta : Visão Ambiental

#### REDE DE AMOSTRAGEM:

MUC-01 - RIO MUCURI, LOGO A MONTANTE DA ÁREA DE REMANSO DO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, ESTANDO A JUSANTE DO NÚCLEO URBANO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE E A 300m A MONTANTE DO FRIGORÍFICO FRISA

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 08:00

MUC-02 – RIO MUCURI, NO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, A MONTANTE DO EIXO DA BARRAGEM

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 09:50

MUC-02P – Coleta em profundidade

MUC-03 –RIO MUCURI LOGO APÓS O EIXO DA BARRAGEM E DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA.

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 11:20

MUC-04 –RIO MUCURI, A JUSANTE DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA (TRECHO DE ESTABILIZAÇÃO DO FLUXO D'ÁGUA),

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 12:40

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**CAMPANHA – AGOSTO / 2007**

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
 Cliente: LIMIAR ENGENHARIA  
 Projeto: AHE Santa Clara  
 Municípios: Nanuque - MG  
 Tipo da amostra : água superficial.  
 Responsável pela coleta : Visão Ambiental

**TABELA DE RESULTADOS – ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA**

PARÂMETROS	UNIDADE	RESULTADOS			
		MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
ACIDEZ TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> / L	3,2	3,0	3,6	3,5
ALCALINIDADE TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> / L	25,0	25,0	22,0	22,0
CLORETOS	mg Cl <sup>-</sup> / L	52,0	48,0	50,0	49,0
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	µS / cm	307	308	301	301
DBO	mg O <sub>2</sub> / L	0,9	0,7	2,2	1,3
DQO	mg O <sub>2</sub> / L	< 5	< 5	< 5	< 5
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> / L	52,0	52,0	48,0	54,0
FERRO SOLÚVEL	mg Fé / L	0,05	< 0,01	0,03	< 0,01
FÓSFORO SOLÚVEL	mg P / L	0,02	0,01	< 0,01	< 0,01
FÓSFORO TOTAL	mg P / L	0,03	0,01	0,01	0,01
MANGANÊS TOTAL	mg Mn / L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NIT. AMONÍACAL	mg N-NH <sub>3</sub> / L	0,22	0,08	0,11	0,09
NIT. TOTAL	mg N / L	0,5	0,3	0,4	0,3
NITRATOS	mg N-NO <sub>3</sub> / L	0,2	0,2	0,2	0,2
ÓLEOS E GRAXAS	mg / L	1,7	1,8	2,4	1,5
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg O <sub>2</sub> / L	7,14	7,85	7,35	7,11
pH	-	7,49	8,78	7,53	7,50
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg / L	92	92	90	90
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg / L	6	3	4	6
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL / L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
SÓLIDOS TOTAIS	mg / L	98	95	94	96
TEMPERATURA DA ÁGUA	° C	24,09	24,42	23,21	23,52
TEMPERATURA DO AR	° C	29	29	30	30
TURBIDEZ	U.N.T.	4	3	3	3

Obs 01: Análises realizadas de acordo com os métodos padronizados pelo "Standard Methods of Water and Wastewater", 20ª Edição, 1998.

  
**Rodrigo Antônio Santos de Pontes**  
 Engenheiro Químico  
 CRQ 02301055 - 2ª Região

Rua Alagoas, 1005 - Loja 19 - Funcionários - BH - MG - ☎ Fone : 3047-2501 ✉ visaoambiental@visaoambiental.com.br



## CERTIFICADO DE ANÁLISE

CAMPANHA – AGOSTO / 2007

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
Cliente: LIMAR ENGENHARIA  
Projeto: AHE Santa Clara  
Municípios: Nanuque - MG  
Tipo da amostra : água superficial.  
Responsável pela coleta : Visão Ambiental

### TABELA DE RESULTADOS – ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

PARÂMETROS	UNIDADE	RESULTADOS			
		MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
Escherichia coli	NMP / 100 mL	400	20	20	20
COLIFORMES TOTAIS	NMP / 100 mL	1600	230	130	110
ESTREPTOCOCCOS FECAIS	NMP / 100 mL	1600	2	< 2	< 2

Obs. 01: Análises realizadas de acordo com os métodos padronizados pela "Standard Methods of Water and Wastewater", 20ª Edição, 1998.

  
Rodrigo Antônio Santos de Pontes  
Engenheiro Químico  
CRQ 0230-1055 - 2ª Região

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**CAMPANHA – AGOSTO / 2007**

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
 Cliente: LIMAR ENGENHARIA  
 Projeto: AHE Santa Clara  
 Municípios: Nanuque - MG  
 Tipo da amostra : água em profundidade.  
 Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 09:50  
 Responsável pela coleta : Visão Ambiental

Transparência (secchi) – 1,75m  
 Zona fótica – 5,25m

**PONTO DE AMOSTRAGEM MUC-02 – AMOSTRA EM PROFUNDIDADE**

**MUC-02 – RIO MUCURI, NO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, A MONTANTE DO EIXO DA BARRAGEM**

Profundidade (m)	OD (mg O <sub>2</sub> / L)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (µS / cm)
0	7,85	24,42	8,78	308
1	7,66	24,33	8,80	307
2	7,70	23,74	8,74	303
3	7,52	23,64	8,42	300
4	8,05	23,30	8,34	299
5	7,20	23,19	8,10	299
6	6,70	23,10	8,01	300
7	8,79	23,09	8,00	297
8	6,67	23,08	7,90	299
9	8,36	23,01	7,82	299
10	6,30	22,96	7,70	300
11	5,81	22,94	7,66	302
12	5,39	22,91	7,76	303
13	5,33	22,86	7,96	303
14	5,27	22,84	8,03	303
15	5,15	22,82	7,93	303
16	4,85	22,80	7,61	305
17	5,13	22,76	7,56	303
18	5,20	22,71	7,50	300
19	4,89	22,68	7,85	300
20	4,62	22,63	7,53	300

Obs 01: Análises realizadas de acordo com os métodos padronizados pelo "Standard Methods of Water and Wastewater", 20ª Edição, 1992.

  
**Rodrigo Antônio Santos de Freitas**  
 Engenheiro Químico  
 CRQ 02301056 - 2ª Região

Rua Alagoas, 1005 - Loja 19 - Funcionários - BH - MG - ☎ Fone : 3047-2501 ✉ visaoambiental@visaoambiental.com.br

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**FITOPLÂNTON – UHE SANTA CLARA / AGOSTO 2007**

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
 Cliente: LIMAR ENGENHARIA  
 Projeto: AHE Santa Clara  
 Municípios: Nanuque - MG  
 Tipo da amostra : água superficial.  
 Responsável pela coleta : Visão Ambiental

**REDE DE AMOSTRAGEM:**

**MUC-01 - RIO MUCURI LOGO A MONTANTE DA ÁREA DE REMANSO DO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, ESTANDO A JUSANTE DO NÚCLEO URBANO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE E A 300m A MONTANTE DO FRIGORÍFICO FRISA**

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 08:00

**MUC-02 – RIO MUCURI, NO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, A MONTANTE DO EIXO DA BARRAGEM**

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 09:50  
 MUC-02P – Coleta em profundidade

**MUC-03 – RIO MUCURI LOGO APÓS O EIXO DA BARRAGEM E DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA.**

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 11:20

**MUC-04 – RIO MUCURI, A JUSANTE DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA (TRECHO DE ESTABILIZAÇÃO DO FLUXO D'ÁGUA).**

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 12:40

GÊNEROS	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<b>CHLOROPHYTA</b>					
<i>Ankistrodesmus bernardii</i>				X	X
<i>Closterium</i> sp.	X				
<i>Eutetramorus planctonicus</i>		23	11	14	X
<i>Monoraphidium arcuatum</i>					4
<i>Oedogonium</i> sp.	X				X
<i>Pediastrum duplex</i>		X	X		X
<i>Scenedemus quadricauda</i>	X				
<i>Sprogyra</i> sp.		X	X	X	X
<i>Staurastrum gracile</i>		X	X		
<i>Staurastrum</i> sp.		X	X	X	X
<b>CHRYSOPHYTA</b>					
<i>Amphipleura pellucida</i>	X				X
<i>Aulacoseira ambigua</i>	8				
<i>Aulacoseira granulata</i>		236	283	708	483
<i>Cymatopleura solea</i>	X				
<i>Cymbella</i> sp.	2				X
<i>Fragilaria</i> sp.	1				3
<i>Fragilaria</i> sp. 2	X				X
<i>Gomphonema</i> sp.	2				
<i>Gyrosigma</i> sp. 1	1			X	
<i>Gyrosigma</i> sp. 2		X	X		
<i>Navicula</i> sp. 1	26			18	X

Continua...

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**FITOPLÂNCTON – UHE SANTA CLARA / AGOSTO 2007**

GENEROS	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<b>CHRYSTOPHYTA</b>					
<i>Navicula</i> sp. 2	8				X
<i>Surirella robusta</i>	X				
<i>Synedra goulardii</i>	9			X	
<i>Synedra</i> sp.	6	167	210	43	104
<i>Terpesinoe musica</i>	X				
<b>CYANOPHYTA</b>					
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>		88	114		4
<i>Cyanodictium imperfectum</i>		46	60	21	15
<i>Merismopedia tenuissima</i>	2				
<i>Microcystis aeruginosa</i>			16		
<i>Microcystis panniformis</i>		9	X		X
Nostocaceae		305	356	35	112
<b>PYRROPHYTA</b>					
<i>Rhodomonas lacustris</i>	1	60	175	99	43
<b>RIQUEZA (unidade)</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>21</b>
<b>DENSIDADE (Ind/ml)</b>	<b>66</b>	<b>934</b>	<b>1225</b>	<b>938</b>	<b>768</b>
<b>INDICE DE DIVERSIDADE</b>	<b>1,94</b>	<b>1,69</b>	<b>1,74</b>	<b>0,98</b>	<b>1,19</b>

(X) Organismo encontrado somente na análise qualitativa

**CONTAGEM DE CIANOBACTÉRIAS DE ACORDO COM A PORTARIA 518/MS**

GENEROS	MUC-01	MUC-02	MUC-02P	MUC-03	MUC-04
<b>CYANOPHYTA</b>					
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>		7744	10115		380
<i>Cyanodictium imperfectum</i>		926	1204	433	328
<i>Merismopedia tenuissima</i>	47				
<i>Microcystis aeruginosa</i>			985		
<i>Microcystis panniformis</i>		1853	X		X
Nostocaceae		3085	3558	354	1122
<b>DENSIDADE (células/mL)</b>	<b>47</b>	<b>13608</b>	<b>15862</b>	<b>787</b>	<b>1830</b>

Unidade – células/mL



Vinicius José Pompeu dos Santos  
Biólogo  
CRB 08914-4

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**ZOOPLÂNCTON – UHE SANTA CLARA / AGOSTO 2007**

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
 Cliente: LIMAR ENGENHARIA  
 Projeto: AHE Santa Clara  
 Municípios: Nanuque - MG  
 Tipo da amostra : água superficial.  
 Responsável pela coleta : Visão Ambiental

**REDE DE AMOSTRAGEM:**

**MUC-01** - RIO MUCURI, LOGO A MONTANTE DA ÁREA DE REMANSO DO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, ESTANDO A JUSANTE DO NÚCLEO URBANO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE E A 300m A MONTANTE DO FRIGORÍFICO FRISA

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 08:00

**MUC-02** – RIO MUCURI, NO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, A MONTANTE DO EIXO DA BARRAGEM

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 09:50

**MUC-03** – RIO MUCURI LOGO APÓS O EIXO DA BARRAGEM E DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA.

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 11:20

**MUC-04** –RIO MUCURI, A JUSANTE DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA (TRECHO DE ESTABILIZAÇÃO DO FLUXO D'ÁGUA),

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 12:40

ORGANISMOS	Estações / Densidade (org/L)			
	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
<b>PROTOZOA</b>				
<i>Arcella costata</i>		0,10	0,32	
<i>Arcella vulgaris</i>	0,34			
<i>Campanella umbellaria</i>	0,34	0,30		0,64
<i>Centropyxis aculeata</i>		0,10		
<i>Cyphoderia ampulla</i>	0,34			
<i>Euglypha laevis</i>	0,34			
<i>Vorticella</i> sp.			1,28	
<b>DENSIDADE TOTAL</b>	<b>1,36</b>	<b>0,50</b>	<b>1,60</b>	<b>0,64</b>
<b>ROTIFERA</b>				
<i>Asplanchna sieboldi</i>		0,20		
<i>Cephalodella</i> sp.	0,34			
<i>Colurella uncinata</i>			0,32	
<i>Conochilus dossuarius</i>		5,36	8,96	11,2
<i>Euchlanis dilatata</i>		0,10		
<i>Euchlanis</i> sp.				0,32
<i>Keratella americana</i>		0,10		
<i>Notommata copeus</i>	0,34			
<i>Polyarthra vulgaris</i>				0,32
<b>DENSIDADE TOTAL</b>	<b>0,68</b>	<b>5,76</b>	<b>9,28</b>	<b>11,84</b>

Continua...

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**ZOOPLÂNCTON – UHE SANTA CLARA / AGOSTO 2007**

ORGANISMOS	Estações / Densidade (org/L)			
	MUC 01	MUC 02	MUC 03	MUC 04
<b>CRUSTACEA</b>				
<i>Diaphanosoma birgei</i>		0,51		
<i>Eucyclops ensifer</i>		0,10		
<i>Mesocyclops sp.</i>		0,10		
<i>Paracyclops fimbriatus</i>			0,32	
<i>Notodiaptomus sp.</i>		0,30		
Copepodito Cyclopoida		0,51		0,32
Nauplius Cyclopoida	0,34	0,51	0,96	0,96
Nauplius Calanoida		0,81	0,64	0,96
<b>DENSIDADE TOTAL</b>	<b>0,34</b>	<b>2,84</b>	<b>1,92</b>	<b>2,24</b>
<b>DENSIDADE TOTAL (org/L)</b>	<b>2,38</b>	<b>9,1</b>	<b>12,8</b>	<b>14,72</b>
<b>ÍNDICE DE DIVERSIDADE</b>	<b>1,95</b>	<b>1,43</b>	<b>1,04</b>	<b>0,90</b>
<b>RIQUEZA (número de taxa)</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

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



Vinícius José Pompeu dos Santos  
Biólogo  
CRB 08014-4

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**COMUNIDADES BENTÔNICAS – UHE SANTA CLARA / AGOSTO 2007**

Nº. Do Certificado: OS-4687/07  
 Cliente: LIMIAR ENGENHARIA  
 Projeto: AHE Santa Clara  
 Municípios: Nanuque - MG  
 Tipo da amostra : água superficial.  
 Responsável pela coleta : Visão Ambiental

**REDE DE AMOSTRAGEM:**

**MUC-01** - RIO MUCURI, LOGO A MONTANTE DA ÁREA DE REMANSO DO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, ESTANDO A JUSANTE DO NÚCLEO URBANO DO MUNICÍPIO DE NANUQUE E A 300m A MONTANTE DO FRIGORÍFICO FRISA

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 08:00

**MUC-02** – RIO MUCURI, NO RESERVATÓRIO DO AHE SANTA CLARA, A MONTANTE DO EIXO DA BARRAGEM

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 09:50

**MUC-03** –RIO MUCURI LOGO APÓS O EIXO DA BARRAGEM E DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA.

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 11:20

**MUC-04** –RIO MUCURI, A JUSANTE DA ÁREA DA CASA DE FORÇA DO AHE SANTA CLARA (TRECHO DE ESTABILIZAÇÃO DO FLUXO D'ÁGUA),

Data de Coleta: 27/08/07 Hora da coleta: 12:40

Organismos	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
Filo Mollusca				
Classe Bivalvia				
Ordem Veneroidea				
<b>Corbiculidae</b>				
<i>Corbicula fluminea</i>	33	28		19
Classe Gastropoda				
<b>Thiaridae</b>				
<i>Melanooides tuberculata</i>	47	115	2	59
<b>Lymnaeidae</b>				
<i>Limnea</i>	183	41	5	24
<b>Physidae</b>				
<i>Physa</i>		33		18
Filo Arthropoda				
Classe Crustacea				
Ordem Decapoda	14	23		11
Classe Insecta				
Ordem Ephemeroptera				
<b>Baetidae</b>				
<i>Baetis</i>		4	1	1
<i>Cloeodes</i>	3		2	13

Continua...



**Vinicius José Pompeu dos Santos**  
 Biólogo  
 CRB 08914-4

**CERTIFICADO DE ANÁLISE**

**COMUNIDADES BENTÔNICAS – UHE SANTA CLARA / AGOSTO 2007**

Organismos	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
Ordem Odonata				
<b>Libellulidae</b>				
<i>Dythemis</i>		3		
<i>Libellula</i>		2		1
<b>Gomphidae</b>				
<i>Aphylla</i>	1	4		
<i>Octogomphus</i>		1		3
Ordem Hemiptera				
<b>Notonectidae</b>				
<i>Notonecta</i>	3	1	2	6
<b>Belostomatidae</b>				
<i>Belostoma</i>	1			
Ordem Trichoptera				
<b>Hydropsychidae</b>				
<i>Smicridea</i>		12	3	4
<b>Polycentropodidae</b>				
<i>Polycentropus</i>		4		1
Ordem Coleoptera				
<b>Elmidae</b>	3	7		
<b>Hydrophilidae</b>	2	9	2	11
Ordem Diptera				
<b>Chironomidae</b>	36	18	5	23
<b>Tipulidae</b>				2
<b>Ceratopogonidae</b>	3			1
Classe Oligochaeta		2		1
Classe Hirudinea		1		1
<b>No. Total de Taxa na amostra</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
<b>No. Total de Indivíduos na amostra</b>	<b>329</b>	<b>308</b>	<b>22</b>	<b>199</b>
<b>Índice BMWP</b>	<b>39</b>	<b>44</b>	<b>23</b>	<b>48</b>

Legenda: X = presente; XX = pouco; XXX = abundante

FPOM = Matéria orgânica particulada fina;

CPOM = Matéria orgânica particulada grossa

Características do substrato na amostra	MUC-01	MUC-02	MUC-03	MUC-04
Silte/Argila	XX	XX		
Areia fina	XXX	X		XXX
Areia grossa	XXX	X		XXX
Cascalho			X	X
Seixos			X	
Blocos				
Folheto	XXX	XX	XX	XX
Gravetos	X			XX
Raízes				
Frutos				
Gramíneas				
Macrófitas	XX	XX		
Algas filamentosas				
CPOM geral	XX	XX	X	X
FPOM geral	XXX	XXX	X	X



### 3 PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS

O Programa de Monitoramento e Controle de Macrófitas está sendo realizado desde outubro de 2002, através de campanhas de campo. Ao todo foram realizadas 13 campanhas. Toda a área do reservatório é monitorada, mediante o uso de um barco, verificando os locais de maiores ocorrências e amostrando-se as espécies de plantas aquáticas existentes.

Entre os momentos das campanhas específicas, o reservatório é monitorado no sentido de verificar o desenvolvimento das áreas ocupadas pelas macrófitas, bem como algumas interferências sócio-ambientais que podem causar, como por exemplo, o impedimento ao tráfego de embarcações dos pescadores.

Dessa forma, o monitoramento visual das macrófitas continuou sendo realizado durante o segundo semestre de 2007. No mês de julho/07 o nível do reservatório foi deplecionado da cota 86 metros para 83 metros. A biomassa de aguapés retida nas margens do reservatório após deplecionamento é removida para uma faixa acima da cota de inundação (86 metros), ficando lá estocada até sua completa decomposição. Em setembro/07, iniciou-se uma segunda manobra de deplecionamento do reservatório. Esta manobra dupla tem por finalidade testar um provável aumento do arraste de aguapés para jusante do reservatório.

A atividade de retirada das macrófitas da cota inferior à 86,00 foi encerrada em outubro/07. Pode-se verificar que o controle foi eficaz, tornando o remanso do reservatório navegável.



GRANDE PARTE ACUMULADA PRÓXIMO AO REMANSO, MAS O RESERVATÓRIO ENCONTRAVA-SE NAVEGÁVEL. JULHO/07.



A MAIOR PARTE DAS MACRÓFITAS SE ACUMULA NO REMANSO, LOCAL ONDE CONCENTRA O TRABALHO DE RETIRADA. AGOSTO/07.



MONITORAMENTO VISUAL DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DA UHE. SETEMBRO/07.



MONITORAMENTO VISUAL DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DA UHE. SETEMBRO/07.



DIMINUIÇÃO DAS MACRÓFITAS NO REMANSO DO RESERVATÓRIO. OUTUBRO/07



Em novembro foi realizada mais uma campanha de monitoramento de macrófitas com a especialista Sylvia Therese no período compreendido entre os dias 19 e 21. Esta campanha teve como um dos objetivos avaliar a efetividade do deplecionamento do reservatório no controle de macrófitas aquáticas. A seguir apresenta-se o relatório referente à campanha.

## ***AVALIAÇÃO DA PROLIFERAÇÃO DE PLANTAS AQUÁTICAS INVASORAS NO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NANUQUE (MG) – MONITORAMENTO.***

### ***1. Apresentação***

Estão contidas neste trabalho as análises das comunidades de macrófitas aquáticas potencialmente invasoras ocorrentes no reservatório da UHE Santa Clara no período de novembro de 2007.

### ***2. Introdução***

As plantas aquáticas são importantíssimas nos ecossistemas que habitam por fornecerem a base da cadeia alimentar e atuarem como peça chave na ciclagem de nutrientes (Pott e Pott, 2000). As espécies flutuantes livres também apresentam grande capacidade de remover nutrientes em ambientes eutrofizados, constituindo importantes agentes despoluidores (Henry-Silva e Camargo, 2000; Tripathi *et al.* 1991; Kawal e Grieco 1983). Além disso, contribuem para a oxigenação da água por meio da

fotossíntese e fornecem alimentos e refúgio para peixes, aves e outros organismos (Thomaz e Bini, 1999).

No entanto, são graves as conseqüências da proliferação exagerada de plantas aquáticas por comprometerem não somente a produção de energia de uma usina como promoverem o aumento de insetos vetores de doenças. Também chegam a impedir a passagem de embarcações, dificultar a armação de redes de pesca e intensificar a perda de água por evapotranspiração (Cavenaghi *et al.*, 2005; Martins e Pitelli, 2005).

Nas últimas décadas tem crescido a preocupação com o manejo e controle das macrófitas aquáticas tendo em vista que muitas espécies tornam-se invasoras potenciais, gerando sérios danos à qualidade do meio ambiente. Dessa forma, os estudos de acompanhamento da proliferação das comunidades de macrófitas aquáticas são tão necessários, sobretudo, para as decisões sobre métodos de controle viáveis e mais adequados para cada situação.

### 3. Objetivos

- avaliar o grau de proliferação de macrófitas aquáticas invasoras no reservatório da UHE Santa Clara;
- estimar os tamanhos populacionais dessas macrófitas aquáticas;
- estabelecer comparativos entre os monitoramentos já realizados.

### 4. Metodologia

Foi realizado um trabalho de campo entre os dias 19 e 21 de novembro de 2007 para dar continuidade ao monitoramento da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Santa Clara. Desta forma, percorreu-se todo o espelho d'água por barco, anotando-se as coordenadas geográficas, por meio de um GPS, das áreas de maior comprometimento pelas plantas. Foram avaliados os pontos de ocorrência de macrófitas aquáticas nas margens, braços e corpo principal do reservatório. Com auxílio do mapeamento realizado anteriormente (maio/07) foram acompanhados os pontos de ocorrência e realizadas as delimitações das populações atualizadas.

Com base nas coordenadas geográficas tomadas em campo, elaborou-se o mapeamento das áreas de maior infestação da vegetação aquática, estimando-se a área total de comprometimento do reservatório. Foram realizados os registros fotográficos de praticamente todas as áreas afetadas e outras livres de macrófitas ao longo do reservatório.

### 5. Resultados e Discussão

Foram observadas as seguintes espécies de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Santa Clara: *Eichhornia crassipes* (aguapé, gofo), *Pistia stratiotes* (alface-d'água), *Salvinia auriculata* (orelha-de-onça), *Commelina diffusa* (trapoeiraba), *Alternanthera philoxeroides* (erva-de-jacaré), *Polygonum* sp. (erva-de-bicho) e *Echinochloa polystachya* (canarana, capim-navalha, capim-capivara). As espécies que apresentaram maior dominância foram respectivamente: *Eichhornia crassipes*, *Echinochloa polystachya* e *Pistia stratiotes*.

A densidade do aguapé (*Eichhornia crassipes*) caracteristicamente foi superior às demais espécies presentes no reservatório e somente nos pontos amostrados 36 e 37 (*Anexo A – Mapa de Ocorrência de Macrófitas* e *Anexo B - Localização geográfica dos pontos vistoriados*) a espécie *Pistia stratiotes* apresentou acúmulo de indivíduos consideravelmente maior (Figura 3.1). *Echinochloa polystachya*, assim como em monitoramentos anteriores, ocorreu nas margens em áreas mais a jusante do reservatório.



FIGURA 3.1: POPULAÇÃO DE P. STRATIOTES (PONTO 36) DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, EM NOVEMBRO/07.

No mês de novembro/07 observou-se que o nível de água do reservatório encontrava-se inferior aos períodos anteriores (Figura 3.2). Esse fato foi devido ao deplecionamento realizado pela Usina e também pelo longo período de estiagem verificado nessa região. No reservatório da UHE Santa Clara foi realizada a remoção do material vegetal seco acumulado nas margens para locais acima da cota de alagamento (Figura 3.3). Desta forma, quando houver o retorno da água aos níveis normais esse procedimento será bastante favorável, pois evitará a que a biomassa seca volte para o lago.



FIGURA 3.2: NÍVEL DAS ÁGUAS NO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, EM NOVEMBRO/07.



FIGURA 3.3: ACÚMULO DE PLANTAS SECAS NAS MARGENS DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NOVEMBRO/07.

A manipulação do nível da água de um reservatório pode exercer controle sobre o desenvolvimento de plantas aquáticas. A elevação dos níveis da água, seguida por uma rápida volta aos níveis iniciais é prejudicial para macrófitas e o material vegetal acumulado no entorno deve ser depositado a certa distância da margem, para que não retornem ao ambiente aquático após uma elevação do nível da água e prejudiquem a qualidade das águas.

Ressalta-se, porém, que em estudo realizado por Thomaz *et al.* (2003) quando ocorreu um decréscimo abrupto de variação dos níveis de água no reservatório de Itaipu, uma macrófita submersa (*Egeria najas*) sofreu nítido efeito negativo em relação a sua biomassa e sua distribuição ao longo do reservatório. Em contrapartida, este mesmo efeito não foi observado para plantas flutuantes livres como *Eichhornia crassipes* e *Salvinia sp.*, as quais em um primeiro momento tiveram um decréscimo populacional, mas logo após o retorno dos níveis de água aos valores originais, foi observada uma explosão populacional.

Possivelmente este desenvolvimento excepcional das plantas, ocorrido nesse caso, pode estar associado à maior concentração de nutrientes na água. Dessa forma, é fundamental o acompanhamento dos níveis de nutrientes lançados no reservatório após essa intervenção.

A área de maior comprometimento por macrófitas aquáticas em novembro/07 foi verificada nas coordenadas UTM 361241 E e 8025842 N - margem esquerda e 361340 E e 8025842 N - margem direita (Anexo A - Mapa de Ocorrência de Macrófitas e Anexo B - Localização geográfica dos pontos vistoriados), e inviabilizou o deslocamento por barco (Figura 3.4 e Figura 3.5). Em contrapartida, na maioria dos trechos de remansos, margens e braços do reservatório, foi observada uma diminuição da área ocupada por plantas (Figura 3.6).



FIGURA 3.4: BARREIRA DE MACRÓFITAS PREJUDICANDO A NAVEGAÇÃO NO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NOVEMBRO/07.



FIGURA 3.5: DETALHE DO ACÚMULO DE MACRÓFITAS NO CORPO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NOVEMBRO/07.



FIGURA 3.6: REMANSO COM POUCAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS ACUMULADAS NO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NOVEMBRO/07.

O trecho de maior acúmulo é o que mais freqüentemente tem apresentado infestações, apesar de não ser uma constante. Também nos períodos de agosto/04, abril/05, outubro/05 e junho/06 foram registradas grandes concentrações de plantas obstruindo a navegação nesse local. Já em março/06, novembro/06 e maio/07 o espelho d'água não se encontrava bloqueado. Possivelmente, o deplecionamento ocorrido no reservatório, em 2005, e o deslocamento das ilhas flutuantes de macrófitas pelo vento, no sentido jusante, contribuíram para a liberação dessa área nos dois primeiros períodos. Em maio/07, o acúmulo maior das plantas ocorreu nos braços, remansos e margens do reservatório.

Os atributos que fazem dessa área uma das mais problemáticas em termos de infestação de macrófitas são o aporte de nutrientes, a presença de “ancoradouros” como rochas e remanescentes de vegetação, além do fato de ser um trecho caracteristicamente mais estreito e abrigado dos efeitos dos ventos, tendo em vista as montanhas como anteparos (Figura 3.7).



FIGURA 3.7: TRECHO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA COMPROMETIDO POR MACRÓFITAS AQUÁTICAS, NOVEMBRO/07.

As macrófitas aquáticas, no presente monitoramento, ocuparam uma área estimada de 48,52 ha (*Anexo A - Mapa de ocorrência de macrófitas*). Do total dessa área, aproximadamente 20%, ou seja, 10,23 ha corresponderam à barreira de macrófitas, que impediu a navegação. Os braços do lago identificados como pontos 30 e 38 também tiveram importante contribuição. Esses trechos representaram bastante para o cenário geral em termos de ocupação, tendo em vista que grande parte dos remansos, braços e margens encontravam-se ou totalmente livres ou com redução de macrófitas em relação a outros períodos monitorados.

Os maiores valores de área ocupada registrados para o reservatório da UHE Santa Clara ocorreram nos períodos de abril/05, novembro/06 e maio/07, nos quais foram estimados 64, 63,15 e 66,62 ha, respectivamente. Conforme apresentado na Figura 3.8, podem ser comparados os valores estimados de áreas ocupadas nos diferentes monitoramentos já realizados.



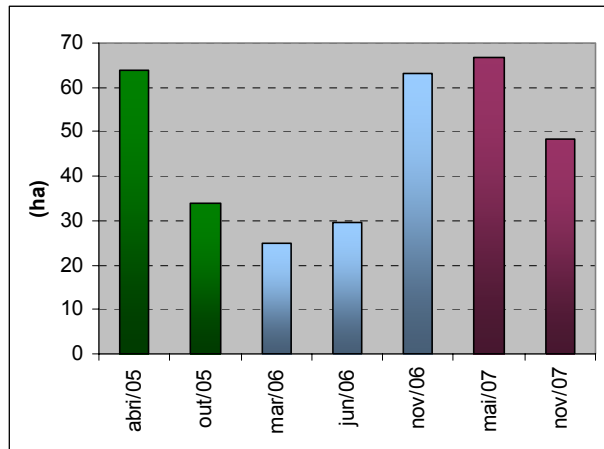
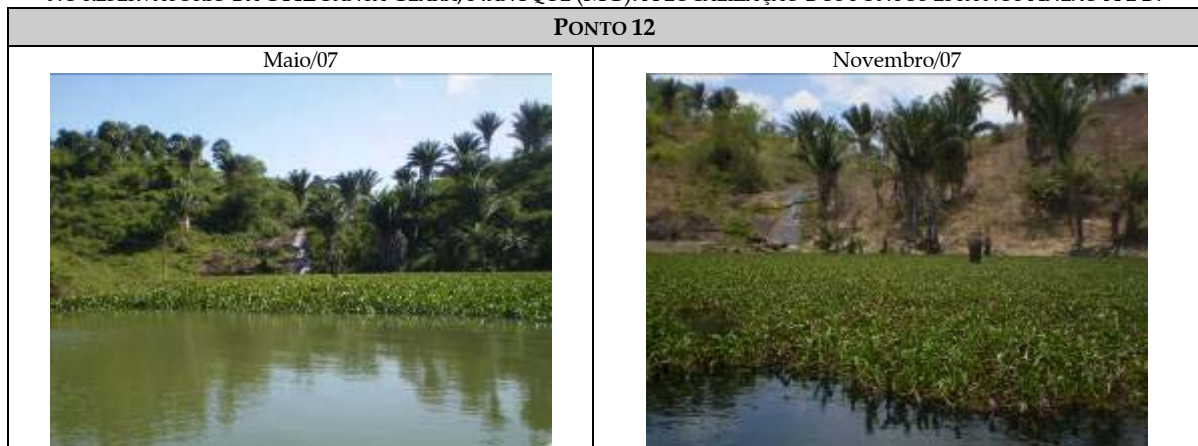


FIGURA 3.8: ESTIMATIVA DE ÁREA OCUPADA POR MACRÓFITAS AQUÁTICAS (HA), NOS MONITORAMENTOS REALIZADOS NOS PERÍODOS ABRIL/05, OUTUBRO/05, MARÇO/06, JUNHO/06, NOVEMBRO/06, MAIO/07 E NOVEMBRO/07, NO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NANUQUE/MG.

A modificação de cenários ocorrida nos pontos vistoriados em maio/07 e novembro/07 podem ser visualizados no Quadro 3.1 onde estão apresentadas imagens de alguns locais para efeitos de comparação da colonização de macrófitas aquáticas.

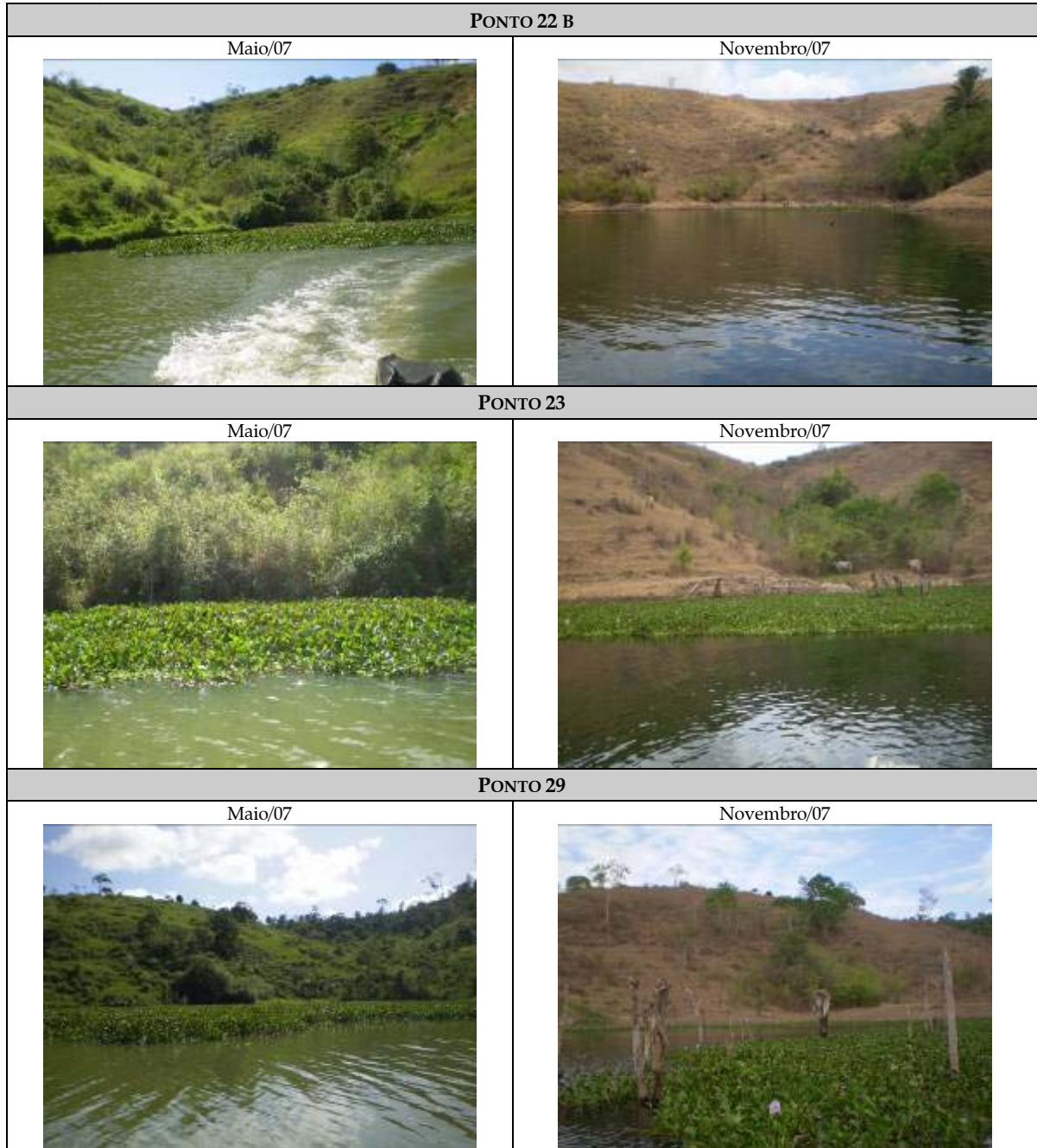
QUADRO 3.1

COMPARATIVO ENTRE AS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE MACRÓFITAS EM MAIO E NOVEMBRO/07, NO RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA, NANUQUE (MG). A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS ESTÁ NOS ANEXO A E B.



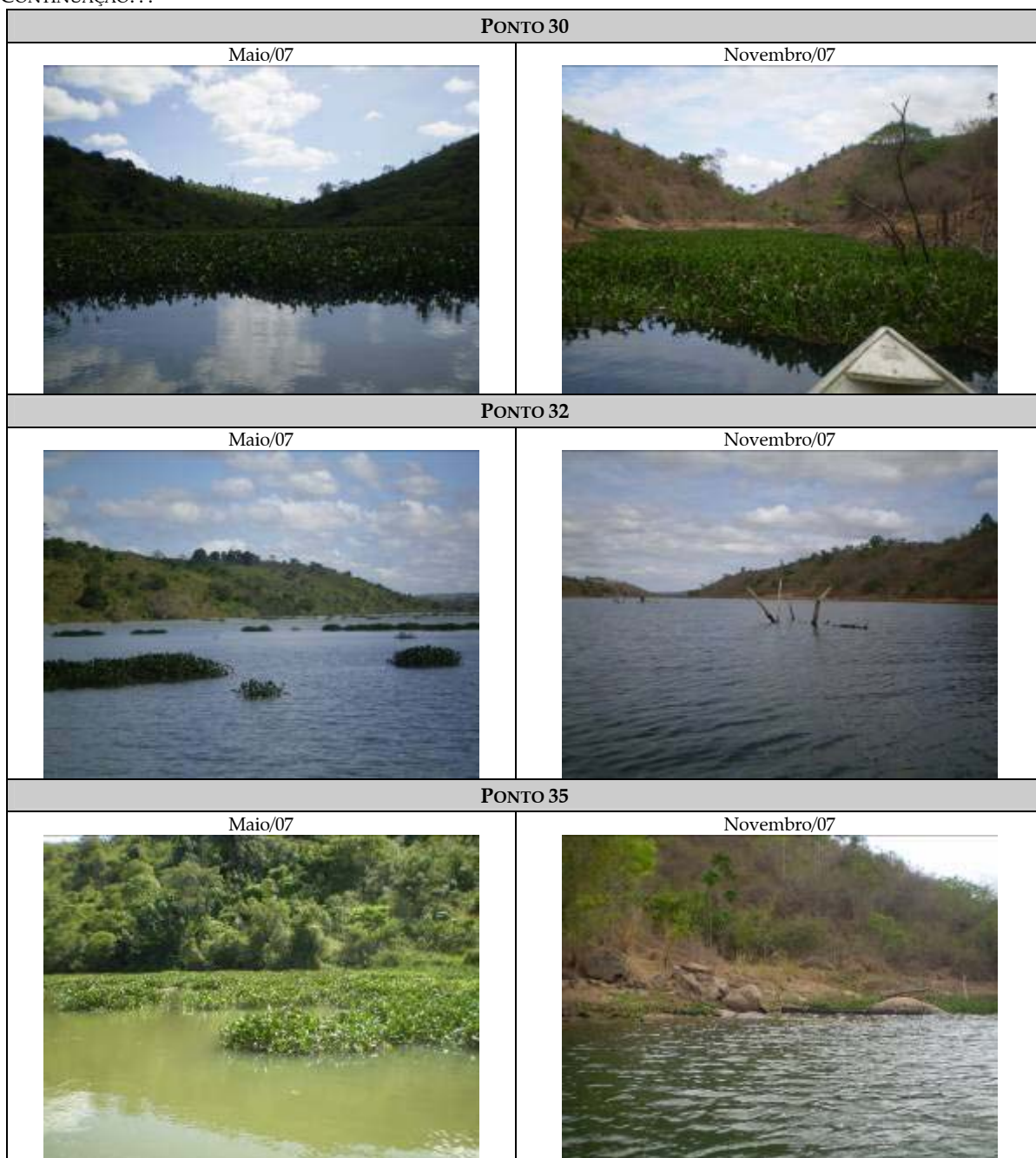
CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...



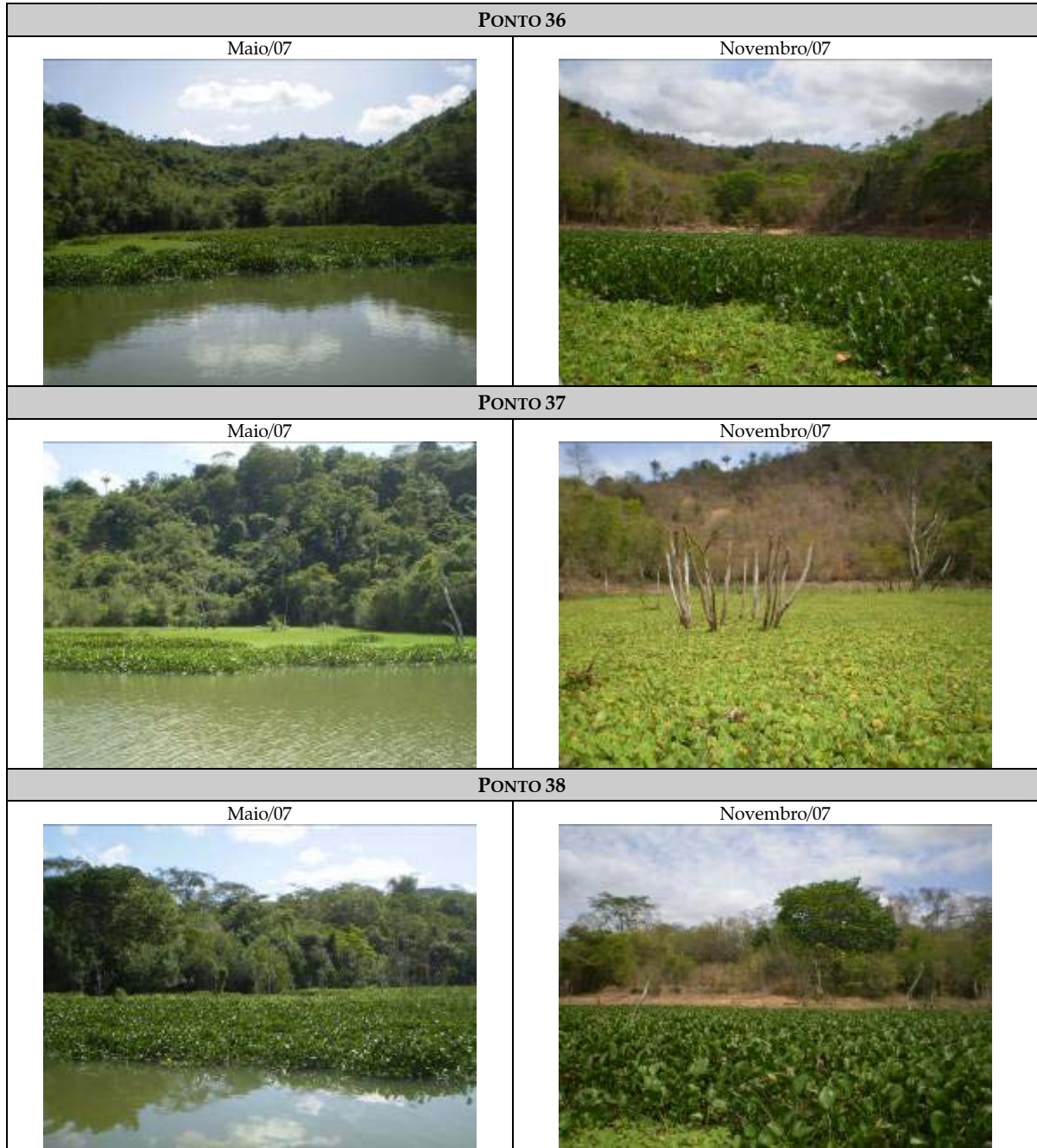
CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...



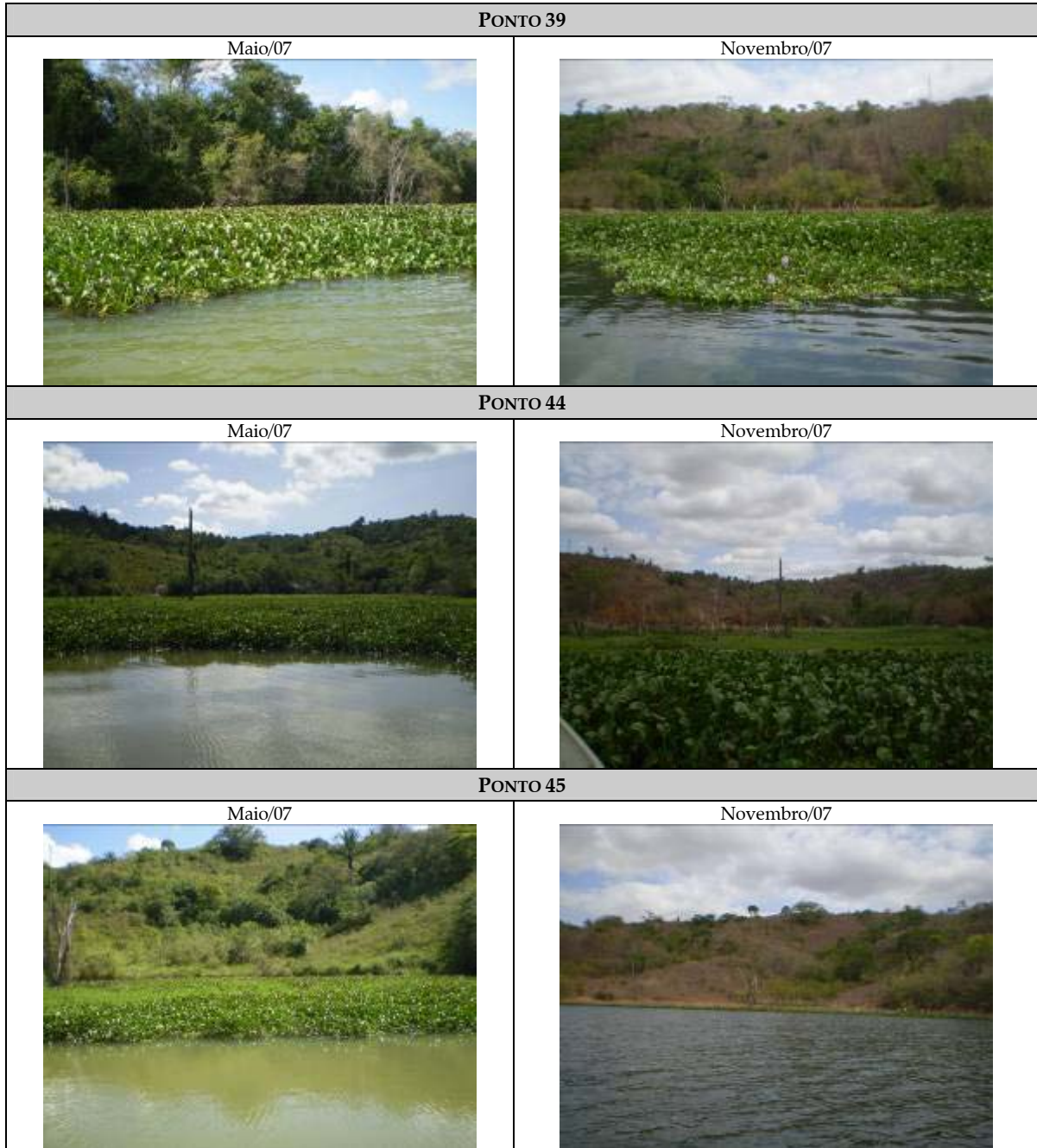
CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...









CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...



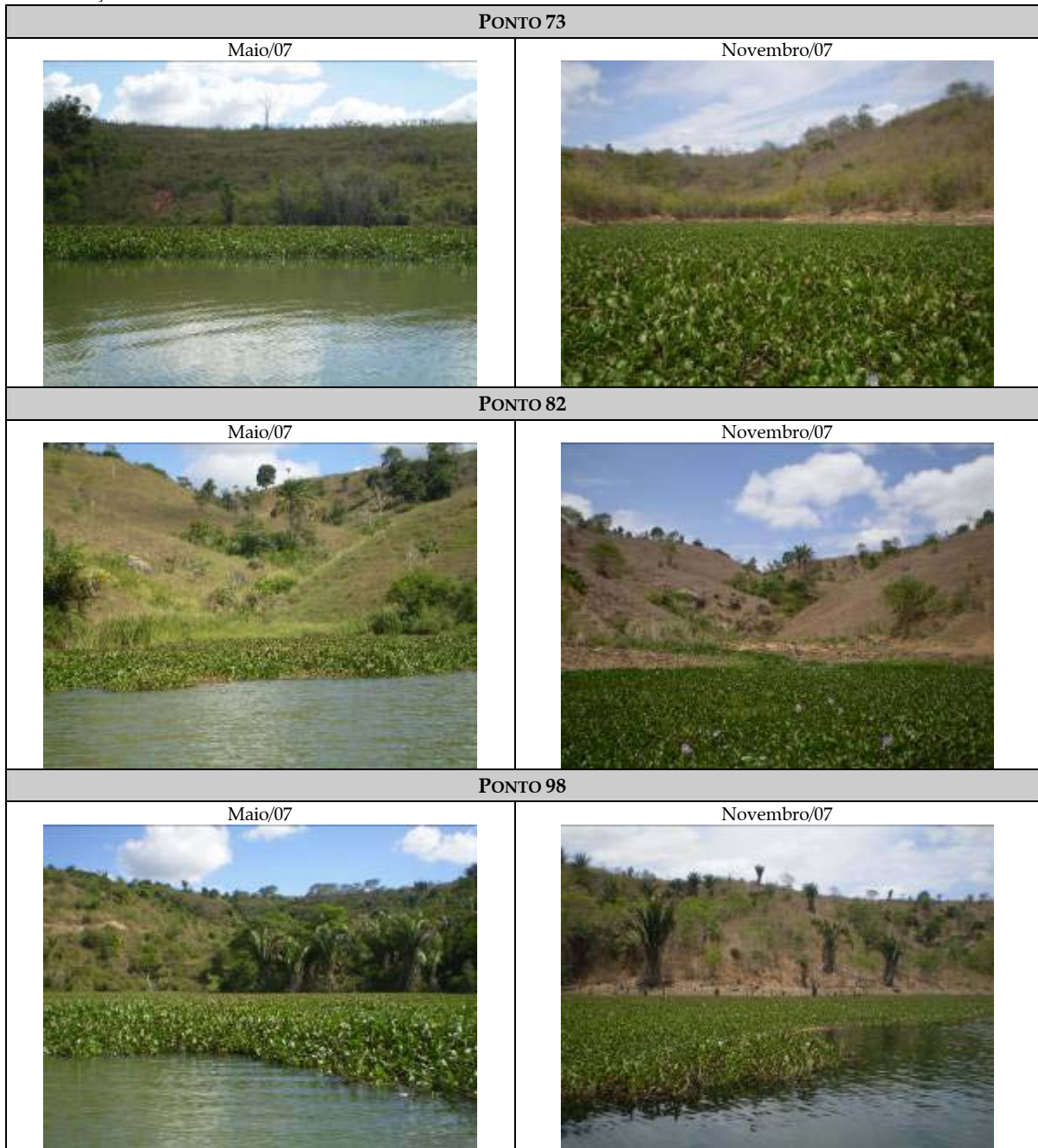
CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...

PONTO 48	
Maio/07 	Novembro/07 
PONTO 61	
Maio/07 	Novembro/07 
PONTO 70	
Maio/07 	Novembro/07 

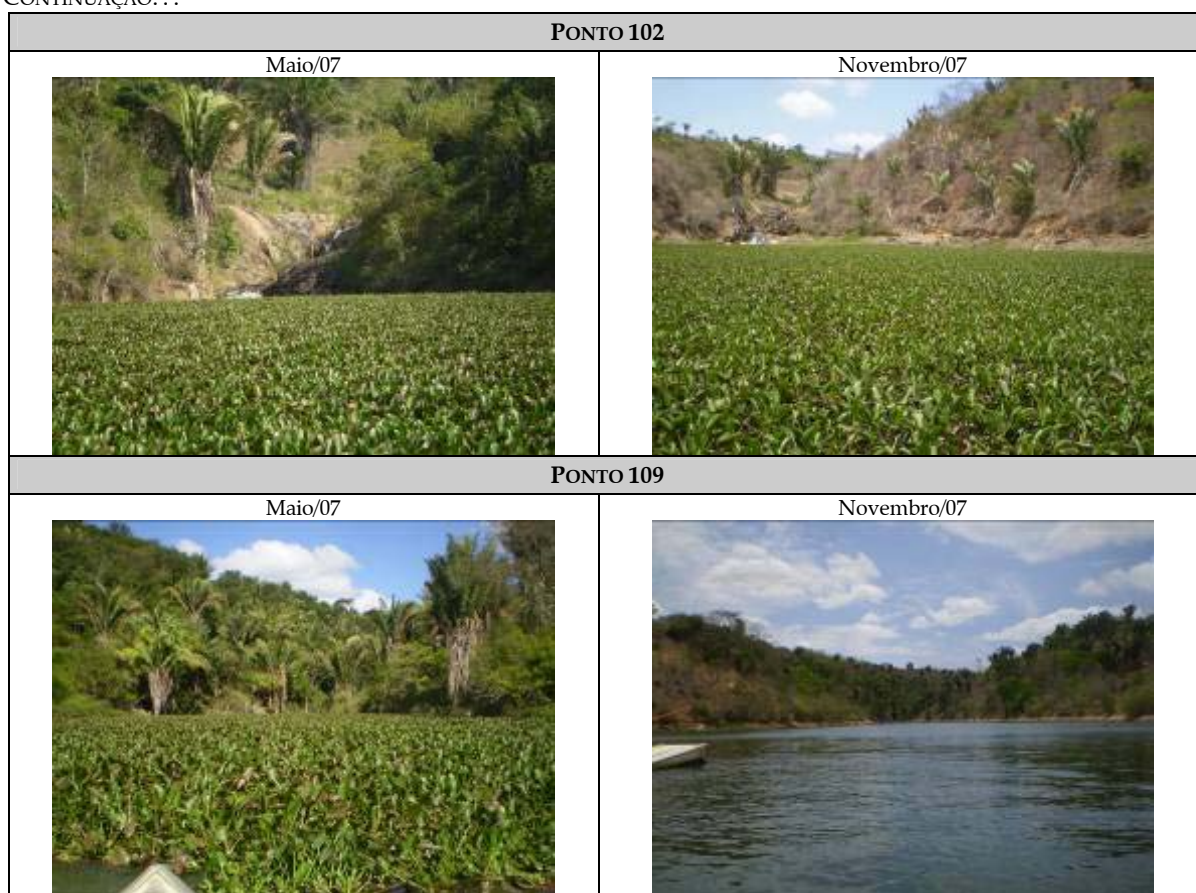
CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...



CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...



## 6. Considerações Finais

A área total ocupada pelas macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Santa Clara sofreu uma redução em relação aos períodos mais próximos vistoriados, ou seja, novembro/06 e maio/07. As áreas de maior comprometimento foram os braços localizados nos pontos 30 e 38 e um bloqueio na área mais a jusante do reservatório. Houve uma representativa retração da área ocupada pelas plantas em locais de remansos e margens e quando comparada com o mesmo período estacional correspondente (novembro/06), verificou-se a redução da área total ocupada do reservatório.

Para o acompanhamento da dinâmica dos locais ocupados, sugere-se a continuidade dos monitoramentos tendo em vista que quanto maior a diversidade de períodos estudados melhor a verificação de padrões de distribuição.

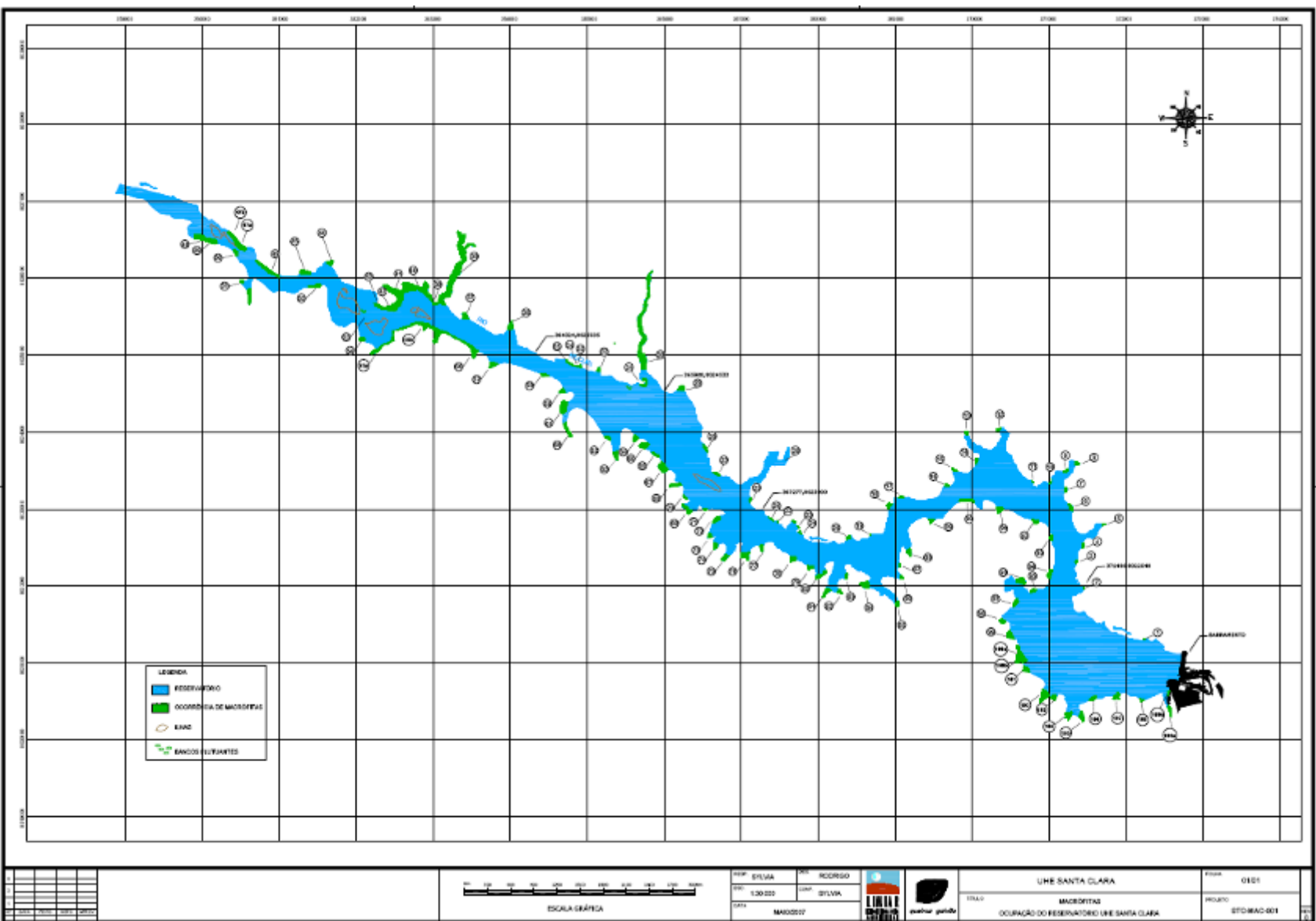
## 7. Referências Bibliográficas

- CAVENAGHI, A.L.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F.T.; GALO, M.L.B.T.; TRINDADE, M.L.B.; CORRÊA, M.R. & SANTOS, S.C.A. 2005. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da Qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, Viçosa. V.23, n. 2, p.225-231.
- HENRY-SILVA, G.G. e CAMARGO, A.F.M. 2000. Composição química de quatro espécies de macrófitas aquáticas e possibilidades de uso de sua biomassa. **Naturalia**. v. 25, p.111-125.





- KAWAL, H. e GRIECO, V.M. 1983. Utilização de aguapé para tratamentos de esgoto doméstico. Estabelecimento de critérios de dimensionamento de lagoa de aguapé e abordagem de alguns problemas operacionais. **Revista DAE**. n. 135, p.79-90.
- MARTINS, A.T. e PITELLI, R.A. 2005. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. **Planta Daninha**, Viçosa. V.23, n. 2, p.233-242.
- Pott, V.J. e Pott, A. 2000. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília, DF: Embrapa. 404p.il.
- THOMAZ, S.M. e BINI, L.M., PAGIORO, T.A. 2003. Macrófitas aquáticas em Itaipu: ecologia e perspectivas para o manejo. In: Thomaz, S.M. e Bini, L.M. (Ed.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM. p. 319-341.
- THOMAZ, S.M. e BINI, L.M. (1999). A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios. In: Henry, R. (ed.): **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. FAPESP/FUNDIBIO, Botucatu.
- TRIPATHI, B.D.; SRIVASTAVA, J. e MISRA, K. 1991. Nitrogen and phosphorus removal-capacity of four chosen aquatic macrophytes in tropical freshwater ponds. **Environmental Conservation**. v. 18, n.2, p.143-147.

8. Anexo A



## 9. Anexo B

QUADRO 3.2  
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PONTOS VISTORIADOS NO RESERVATÓRIO DE SANTA CLARA,  
NANUQUE/MG, EM NOVEMBRO/07. (+) = PRESENÇA MAIOR DA ESPÉCIE.

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
1	372269 e 8021323	Remanso	E	Sem plantas	
2	371486 e 8022048	Margem	E	Sem plantas	
3	371355 e 8022339	Margem	E	Sem plantas	
4	371420 e 8022550	Margem	E	Sem plantas	
5	371691 e 8022814	Braço	E	Sem plantas	
6	371280 e 8023017	Margem	E	Sem plantas	
7	371213 e 8023250	Margem	E	Sem plantas	
8	371340 e 8023611	Braço	E	Sem plantas	
9	371233 e 8023494	Margem	E	Sem plantas	
10	371035 e 8023345	Margem	E	Sem plantas	
11	370812 e 8023373	Margem	E	Sem plantas	
12	370341 e 8024030	Braço	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
13	369976 e 8024019	Braço	E	<i>E. crassipes</i> +	
14	370056 e 8023632	Margem	E	Sem plantas	
15	369761 e 8023511	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
16	369666 e 8023310	Margem	E	Sem plantas	
17	369090 e 8023144	Margem	E	Sem plantas	
18	368986 e 8023076	Margem	E	Sem plantas	
19	368743 e 8022687	Margem	E	Sem plantas	
20	368504 e 8022610	Margem	E	Sem plantas	
21	367803 e 8022720	Margem	E	Sem plantas	
22a	367762 e 8022794	Remanso	E	Sem plantas	
22b	367723 e 8022848	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	





CONTINUA. . .

CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
23	367542 e 8022818	Margem	E	Sem plantas	
24	367510 e 8022841	Margem	E	Sem plantas	
25	367145 e 8023113	Margem	E	Sem plantas	
26	367402 e 8023633	Braço	E	Sem plantas	
27	366726 e 8023470	Margem	E	Sem plantas	
28	366560 e 8023728	Margem	E	Sem plantas	
29	366264 e 8024495	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
30	365764 e 8024855	Braço	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
31	365684 e 8024608	Margem	E	Sem plantas	
32	365542 e 8024578	Meio do reservatório		Sem plantas	
33	365166 e 8024721	Margem	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i> <i>C. diffusa</i>	
34	364929 e 8024834	Margem	E		
35	364716 e 8024909	Margem	E		

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
36	364020 e 8025344	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> + <i>S.auriculata</i> <i>C.diffusa</i> <i>A. philoxeroides</i>	
37	363483 e 8025415	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> + <i>S.auriculata</i> <i>C.diffusa</i>	
38	363121 e 8025652	Braço	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> + <i>S.auriculata</i>	
39	362988 e 8025715	Margem	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
40	362838 e 8025833	Margem	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i> <i>C.diffusa</i>	
41	362606 e 8025790	Margem	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
42	362575 e 8025647	Margem	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
43	362231 e 8025674	Margem	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
44	361648 e 8026086	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
45	361392 e 8026052	Remanso	E	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
46	360981 e 8026022	Margem	E	<i>E. polystachya</i>	
47a	360363 e 8026487	Margem	E	<i>E. polystachya</i>	
47b	360316 e 8026577	Margem	E	<i>E. polystachya</i>	
48	359904 e 8026568	Margem	D	<i>E. polystachya</i>	
49	360160 e 8026455	Margem	D	<i>E. polystachya</i> + <i>Polygonum sp.</i>	
50	360461 e 8026353	Margem	D	<i>E. polystachya</i> + <i>P.stratiotes</i>	
51	360620 e 8025867	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
52a	361460 e 8025905	Margem	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
52b	361619 e 8025709	Margem	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
53	362066 e 8025571	Ilha Flutuante		Sem plantas	
54	362114 e 8025225	Margem	D	Sem plantas	
55a	362177 e 8025208	Margem	D	Sem plantas	
55b	362916 e 8025418	Margem	D	Sem plantas	




CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
55c	362874 e 8025331	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
56	363553 e 8025112	Remanso	D	Sem plantas	
57	363798 e 8024903	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
58	364474 e 8024754	Margem	D	Sem plantas	
59	364753 e 8024587	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
60	364742 e 8024151	Braço	D	Sem plantas	
61	364729 e 8024291	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
62	365407 e 8023751	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
63	365292 e 8023949	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
64	365661 e 8023934	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
65	365813 e 8023848	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
66	365937 e 8023705	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
67	366016 e 8023590	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
68	366221 e 8023393	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
69	366339 e 8023052	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	

CONTINUA...




CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
70	366314 e 8023180	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
71	366577 e 8023040	Remanso	D	Sem plantas	
72	366719 e 8022855	Remanso	D	Sem plantas	
73	366644 e 8022703	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
74	366705 e 8022544	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
75	366860 e 8022427	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
76	367099 e 8022436	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
77	367305 e 8022541	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
78	367710 e 8022381	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
79	367932 e 8022261	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
80	368041 e 8022160	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
81	368161 e 8021955	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
82	368275 e 8021960	Braço	D	Sem plantas	
83	368379 e 8022171	Remanso	D	Sem plantas	
84	368658 e 8022048	Braço	D	Sem plantas	

CONTINUA...





CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
85	369070 e 8021797	Braço	D	Sem plantas	
86	369091 e 8022151	Remanso	D	Sem plantas	
87	369055 e 8022293	Remanso	D	Sem plantas	
88	369203 e 8022486	Braço	D	Sem plantas	
89	369498 e 8022922	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
90	369972 e 8023154	Margem	D	Sem plantas	
91	370379 e 8023022	Margem	D	Sem plantas	
92	370833 e 8022905	Remanso	D	Sem plantas	
93	371076 e 8022673	Remanso	D	Sem plantas	
94	371077 e 8022207	Remanso	D	Sem plantas	
95	370836 e 8021951	Remanso	D	Sem plantas	
96	370583 e 8022054	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
97	370604 e 8021796	Margem	D	Sem plantas	
98	370492 e 8021642	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
99	370546 e 8021429	Remanso	D	Sem plantas	
100a	370654 e 8021232	Remanso	D	Sem plantas	
100b	370649 e 8021110	Remanso	D	Sem plantas	
101	370728 e 8020988	Remanso	D	Sem plantas	
102	370970 e 8020635	Remanso	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P. stratiotes</i> <i>S. auriculata</i>	
103	371078 e 8020593	Remanso	D	Sem plantas	
104	371295 e 8020366	Remanso	D	Sem plantas	
105	371415 e 8020375	Remanso	D	Sem plantas	
106	371587 e 8020571	Remanso	D	Sem plantas	
107	371885 e 8020610	Remanso	D	Sem plantas	
108	372216 e 8020604	Remanso	D	Sem plantas	

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO...

Ponto	Coordenadas (UTM)	Local	Margem	Espécies	Imagens
109a	372569 e 8020485	Braço	D	<i>E. crassipes</i> + <i>P.stratiotes</i> <i>S.auriculata</i>	
109b	372573 e 8020647	Braço	D	Sem plantas	

## 4 PROJETO SEDE DOS PESCADORES: PISCIGRANJA

O Projeto Piscigranja é um projeto de cunho social que visa, em última instância, melhorar a condição de vida dos pescadores locais que se encontram organizados por meio de uma colônia denominada Colônia Z9 de Pescadores e Pescadeiras de Nanuque.

Conforme colocado no relatório semestral N.º 11, após estudos mais elaborados sobre a viabilidade ambiental do projeto de piscigranja, foi constatado que a instalação dos tanques rede pode provocar prejuízos ambientais se o gerenciamento/operação não for muito bem realizado.

Devido à inviabilidade ambiental do projeto inicialmente proposto, medidas alternativas foram estudadas, em conjunto com a Colônia Z9, de forma a garantir melhorias da condição de pesca, melhorias das condições sanitárias e da produção atual do pescado. A proposta de substituição das medidas mitigadoras e compensatórias foi submetida, em Assembléia Geral Extraordinária da Colônia de Pescadores de Nanuque. O IBAMA informou que o mesmo não se opõe ao acordo aprovado em assembléia do dia 17/04/2005 entre a CESC e a Colônia.

O termo de doação entre a CESC e a Colônia Z9 já foi assinado. Desta forma, o projeto passou a ter como escopo a aquisição de um terreno e a construção de uma unidade de processamento do pescado (denominada de Unidade de Beneficiamento – UB), com as respectivas edificações e equipamentos para o seu adequado funcionamento; a aquisição de máquina de produção de gelo e câmara frigorífica industrial, além de um barco com motor e um automóvel. O projeto prevê também a instalação da rede de transmissão de energia elétrica e ponto de luz na área rural da Colônia.

O Projeto se encontra em fase de execução, com atividades voltadas para a implantação da Unidade de Beneficiamento de Pescado, tais como aquisição do terreno, consultas aos órgãos responsáveis pelo licenciamento e registro, dentre outras. O Projeto da Unidade de Beneficiamento de Pescado e o respectivo projeto da estação de tratamento de efluentes – ETE se encontram finalizados.

O terreno, a ser doado à Colônia de Pescadores de Nanuque, já foi escolhido pela CESC em conjunto com a Colônia, e aprovado pelo Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, sendo que o registro do imóvel está em fase de regularização judicial para compra.

Em setembro/07 a presidenta eleita da Colônia Z9, Sra. Gilda, informou durante visita que a entidade foi contemplada com um financiamento de uma fonte financiadora do governo estadual – Prodazan, a qual permitirá a instalação de um sistema de criação de peixes em tanque-rede nas cercanias da sede rural da colônia (12 hectares nas margens do reservatório da UHE Santa Clara), composto por 100 tanques (4 unidades por família para um total de 25 famílias). A entidade financiadora fornecerá, além da verba para implantação do projeto, o custeio da operação da estrutura produtiva por 4 meses e assistência técnica (via zootecnista da Emater, lotado em Carlos Chagas).

## 5 PROJETO DE MECANISMO DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

O Sistema de Transposição de Peixes – STP da UHE Santa Clara é do tipo elevador com caminhão-tanque, conforme descrito em relatórios anteriores. O período de piracema na Bacia Hidrográfica do Leste, no Estado de Minas Gerais, foi fixado em 1º de novembro de 2007 a 28 de fevereiro de 2008, de acordo com a Portaria IBAMA n.º 51 de 20 de novembro de 2007 e a portaria IEF/MG n.º 152/07 publicada em 31/10/2007. A Portaria IEF n.º 154/07, publicada em 01/11/2007, revogou a portaria anterior (n.º 152), porém mantendo o mesmo período de defeso.

Em setembro iniciou-se o planejamento das atividades para a operação do Sistema de Transposição de Peixes durante a piracema 2007/2008.

A equipe de operação do STP foi composta por 4 funcionários, responsáveis pela operação das máquinas, coleta, soltura dos peixes e monitoramento do sistema.

Foram realizados ciclos completos e incompletos de transposição. O ciclo completo ocorreu quando foram capturados muitos exemplares da ictiofauna. Sendo assim, os peixes capturados foram direcionados do elevador ao caminhão e logo em seguida transportados e soltos a mais ou menos 400 metros da barragem. O percurso do STP até a montante é de 1200 m, sendo que o tempo percorrido e a soltura dos peixes totalizaram 08min30seg. O ciclo incompleto foi realizado quando poucos exemplares da ictiofauna foram capturados. Nesta situação, os peixes ficaram armazenados numa caixa d' água de 500 litros, por no máximo 2 horas, enquanto outros peixes foram capturados.

O número de ciclos completos e incompletos de transposição foi definido de acordo com a quantidade de peixes observados e capturados diariamente. Nos dias de maior concentração de peixes o sistema operou mais vezes. Esse procedimento visou otimizar a transposição e reduzir gastos de energia.

Com relação à contagem dos espécimes, os funcionários fizeram contagens individuais quando poucos foram capturados, e apuração estimada quando muitos foram apanhados.

A marcação dos peixes foi realizada no mês de janeiro, de 03/01/08 a 17/01/08. Os peixes foram capturados logo a jusante da barragem da UHE Santa Clara com o auxílio de tarrafas (Foto 5.1) e redes (Foto 5.2). Também foram marcados exemplares capturados no sistema de transposição de peixes (STP) instalado na UHE Santa Clara.



FOTO 5.1: CAPTURA COM UTILIZAÇÃO DE TARRAFAS.



FOTO 5.2: CAPTURA COM UTILIZAÇÃO DE REDES DE EMALHAR.

O relatório final contendo as atividades e resultados obtidos durante a transposição de peixes 2007/2008, intitulado "Acompanhamento do Mecanismo de Transposição de Peixes do Tipo Elevador com Caminhão Tanque - UHE Santa Clara - ABRIL/2008", será protocolado no IBAMA/DF no mês de abril de 2008.

### ***REGISTRO FOTOGRÁFICO***



FOTO 5.3: ELEVÇÃO DA GAIOLA.



FOTO 5.4: ACOPLANDO A GAIOLA NO TANQUE.



FOTO 5.5: ABRINDO O TANQUE.



FOTO 5.6: SOLTURA DOS PEIXES.



FOTO 5.7: SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES.



FOTO 5.8: SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES.



FOTO 5.9: PLACAS DE SINALIZAÇÃO NO STP.



FOTO 5.10: ARMAZENAMENTO DOS PEIXES EM CAIXA D'ÁGUA.

## 6 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO

A Política Nacional de Recursos Hídricos não prevê de forma direta o monitoramento das águas subterrâneas, entretanto em diversos trechos fica claro a necessidade deste para a gestão sistêmica e integrada dos recursos hídricos.

O monitoramento quantitativo das águas subterrâneas serve para 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 exploráveis.

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 o momento. O banco de dados é reproduzido na Tabela 6.1.

TABELA 6.1  
LEITURAS REGISTRADAS NOS PIEZÔMETROS – ABRIL/2002 A DEZEMBRO/2007

Data de leitura	Frigorífico Frisa (m)	Escola (m)	Data de leitura	Frigorífico Frisa (m)	Escola (m)	Data de leitura	Frigorífico Frisa (m)	Escola (m)
12/04/02	3,30	1,40	03/03/04	2,89	0,92	06/02/06	2,90	1,33
15/05/02	3,50	1,60	05/04/04	2,53	0,28	08/03/06	3,09	0,79
15/06/02	3,38	1,25	05/05/04	3,00	0,98	24/04/06	3,00	0,80
15/07/02	3,42	1,28	07/06/04	3,03	1,01	05/05/06	3,15	1,04
04/08/02	3,46	1,30	13/07/04	3,06	1,05	12/06/06	2,93	1,32
05/09/02	3,50	1,32	05/08/04	3,07	1,11	10/07/06	3,11	1,33
04/10/02	3,30	1,09	08/09/04	3,16	1,09	14/08/06	3,17	1,37
04/11/02	3,26	1,09	05/10/04	3,22	1,36	18/09/06	3,49	1,33
04/12/02	3,45	1,28	03/11/04	3,17	1,21	10/10/06	3,41	1,33
06/01/03	2,73	0,71	07/12/04	2,69	0,89	30/11/06	2,48	0,75
04/02/03	3,13	1,16	06/01/05	2,96	1,15	1/12/06*	-	-
06/03/03	3,48	1,39	09/02/05	2,77	0,96	01/01/07	2,83	1,17
07/04/03	3,24	1,25	08/03/05	2,50	0,38	07/02/07	2,47	0,46
04/05/03	3,35	1,26	01/04/05	3,06	1,11	13/03/07	2,95	1,21
03/06/03	3,63	1,33	10/05/05	3,08	1,07	10/04/07	2,98	1,33
07/07/03	3,58	1,38	09/06/05	2,87	0,77	09/05/07	2,96	1,05
04/08/03	3,46	1,38	12/07/05	2,94	1,00	11/06/07	3,21	1,37
05/09/03	3,67	1,36	09/08/05	3,14	1,25	23/07/07	3,15	1,40
06/10/03	3,29	1,37	07/09/05	3,22	1,26	21/08/07	3,21	1,39
03/11/03	3,16	1,08	18/10/05	3,48	1,38	10/09/07	3,18	1,40
03/12/03	3,24	1,39	08/11/05	3,40	1,38	08/10/07	3,41	1,39
07/01/04	3,02	1,23	16/12/05	2,53	0,35	05/11/07	3,46	1,40
03/02/04	2,90	0,93	06/01/06	2,97	0,88	05/12/07	3,48	1,40

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

OBS: Valores das leituras estão em termos absolutos

O nível do lençol freático no ponto do Frigorífico Frisa é em média 3,12 metros, sendo o desvio padrão das leituras de 0,29 m. O nível do lençol freático no ponto Escola é em média 1,12 metros, sendo o desvio padrão das leituras de 0,28m.

A Figura 6.1 apresenta a variação do nível do lençol freático nos pontos de monitoramento desde o início da coleta de dados.

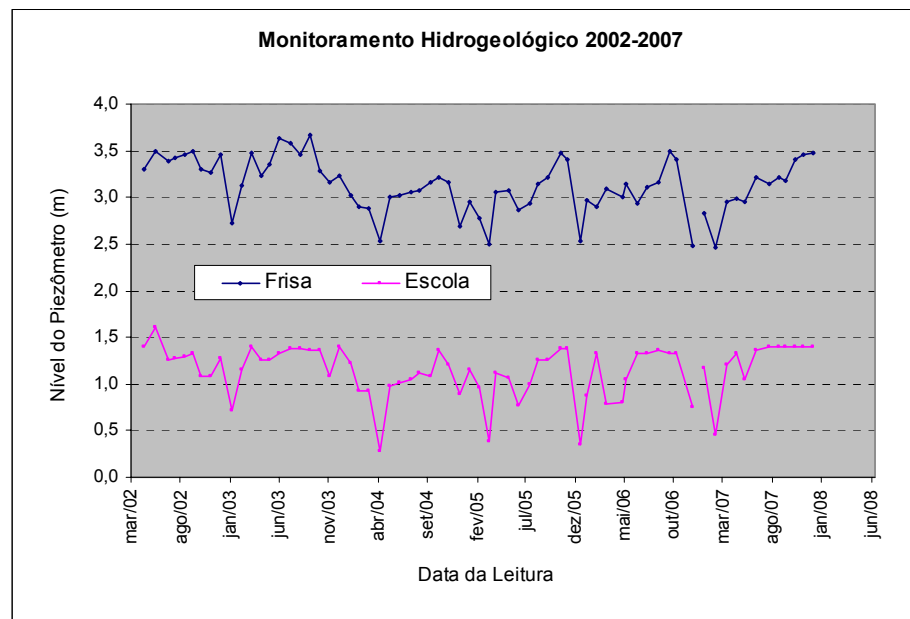


FIGURA 6.1: LEITURAS DOS PIEZÔMETROS DE ABRIL DE 2002 A DEZEMBRO DE 2007.

O menor nível registrado no ponto Escola foi de 0,28 m no mês de abril de 2004 e, no ponto Frigorífico Frisa, de 2,47 m no mês de fevereiro de 2007. 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 visam subsidiar a adoção de eventuais medidas preventivas e/ou mitigadoras.



## **7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO**

### **7.1 MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS SUBMERSOS**

#### **7.1.1 INTRODUÇÃO**

Há 3 anos vem sendo realizada uma operação específica no reservatório da UHE Santa Clara que consiste em deplecioná-lo da elevação 86 metros até a 83 metros, mantendo o reservatório nesta situação por um período de 30 a 45 dias (julho e agosto) como medida de controle de macrófitas, notadamente aguapés, que dificultam a navegação e podem comprometer a produção primária (aumento da abrangência da zona afótica) e conseqüentemente prejudicar o desenvolvimento dos representantes da cadeia alimentar, a ela dependente.

Assim, parte da biomassa é transposta à jusante do barramento e outro tanto permanece retida no setor de margem compreendido entre as elevações 86 e 83 metros. Este material é relocado, por meio de operação manual, para posições na margem acima da elevação 86 metros até sua completa dessecação natural. Dessa forma, além da diminuição imediata do estoque de biomassa viva, melhorando as condições de navegação, retira-se carbono e demais nutrientes do sistema – fósforo e nitrogênio, desfavorecendo o crescimento da população de macrófitas remanescente.

Visando propiciar a diferenciação de notação entre os processos erosivos instalados, adotou-se a denominação “livre” para aqueles pontos fora da influência direta da lâmina d’água (acima da elevação 86 metros) e “submersos” aqueles que se mantêm sob a lâmina d’água a maior parte do tempo (na faixa entre as elevações 83 e 86 metros).

#### **7.1.2 OBJETIVOS**

Acompanhar a evolução dos processos erosivos instalados sob a lâmina d’água do reservatório, denominados de “submersos”, visando avaliar a influência destes no agravamento do processo erosivo dos pontos “livres” a eles associados;

Detectar o aparecimento de novas cicatrizes submersas e a evolução dos existentes, avaliando o efeito do aumento do ciclo de umedecimento e secagem no incremento do processo, acarretado pela exposição temporária da faixa de terreno compreendida entre as elevações 86 e 83 metros.

#### **7.1.3 METODOLOGIA ADOTADA**

##### **7.1.3.1 Levantamento de campo**

O levantamento foi realizado a barco tendo sido cumprido um caminhamento de jusante para montante, registrando a margem direita e no sentido contrário, de montante para jusante, a margem esquerda. Procurou-se, sempre que as condições de navegabilidade permitiram, aproximar o máximo possível da margem.

Dividiu-se o reservatório virtualmente a cada 1.000 metros em seções transversais, denominados setores, paralelos ao eixo de coordenadas norte-sul, já que estes alinhamentos são, à grosso modo, ortogonais ao reservatório. Assim, de jusante para montante, tomando o barramento como marco inicial, estabeleceu-se 11 setores, conforme relacionado a seguir: 372/barr (alusão a coordenada 372.000 metros e barramento), 371/72 (coordenadas 371.000 e 372.000 metros), 370/71, 369/70, 368/69, 367/68, 366/67, 365/66, 364/65, 363/64 e 362/63. Monitorou-se o reservatório somente até o limite da coordenada norte-sul 362.000 metros e não até o remanso que se localiza nas cercanias da coordenada 359.000 metros, devido ao impedimento à navegação formado por uma barreira de aguapés estabelecida neste local. Tal decisão não comprometeu o alcance dos objetivos propostos pelo fato do setor de reservatório não monitorado apresentar afloramentos rochosos em ambas as margens em grande parte da superfície exposta, situação que desfavorece o aparecimento de cicatrizes submersas.

Mantendo-se o GPS permanentemente ligado, 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.

### ***7.1.3.2 Na 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.

### ***7.1.3.3 Proposta para identificação dos pontos***

Considerando a presença rarefeita de cicatrizes no setor estudado, não houve a necessidade, neste primeiro trabalho, de identificar e caracterizar os pontos – “cicatrizes submersas”. Entretanto, caso ocorra uma evolução do quadro erosivo na faixa estudada – entre elevação 83 e 86 metros, descreve-se a seguir, uma proposta para identificação sistematizada dos pontos.

A nomenclatura utilizada na identificação de cada alvo terá como prefixo a indicação do setor a qual pertence (Ex: 367/68), margem expressa em letra minúscula (Ex: md, em alusão a margem direita) e número com dois algarismos (Ex: 05). Desta forma, o ponto fictício utilizado como exemplo ficaria assim representado: 367/68-md-05.

A caracterização dos alvos deverá pautar-se na observação dos seguintes atributos:

- Alvo = refere-se a codificação adotada para o local degradado;
- Foto = refere-se ao número da fotografia correspondente ao registro do alvo;
- Posição referência = refere-se a coordenada geográfica da estação, expressa em UTM, obtida localmente por meio de GPS de navegação;

- Tamanho = refere-se a indicação estimativa do tamanho do alvo. A dimensão foi estabelecida por meio de comparação expedita entre os alvos, estabelecendo-se a relatividade dimensional;
- Severidade = refere-se a classificação expedita, baseado em percepção do responsável técnico, do grau de severidade do processo erosivo instalado;
- Correlação com alvos “livres” = indica a existência de alvo localizado acima da elevação 86 (processo erosivo) que sofre alguma influência direta ou indireta pelo alvo submerso;
- Observações = refere-se ao registro de observações gerais pertinentes;

Nos monitoramentos sucessivos, após iniciar-se a adoção da identificação sistematizada dos alvos submersos, caso surja um alvo degradado ainda inédito, localizado entre alvos já identificados, este deverá ser cadastrado em campo, apenas indexado ao setor e margem onde se insere. Depois, durante a tabulação em escritório, será identificado repetindo a notação do ponto vizinho com numeração inferior, acrescentando numeração (1,2, etc) precedida por vírgula, tudo sobrescrito na sua extrema direita. Como exemplo, uma nova estação a ser locada entre duas existentes pré-denominadas de 367/68-md-05 e 367/68-md-06, a nomenclatura desta nova seria 367/68-md-05<sup>1</sup>.

Um novo ponto surgido entre os pontos 367/68-md-05 e 367/68-md-06 será identificado com a nomenclatura 367/68-md-05<sup>2</sup> e assim por diante.

Caso surja um novo ponto entre os pontos 367/68-md-05<sup>1</sup> e 367/68-md-05<sup>2</sup>, deverá ser promovida uma reclassificação dos pontos naquele setor, na margem em específico, cancelando a seqüência anterior. Neste caso deverá ser elaborada uma tabela de conversão, relacionando a nomenclatura antiga com a nova adotada, visando o resgate de informações historicamente registradas de um determinado ponto. Assim, será acrescentado o símbolo “+” como prefixo da nova nomenclatura adotada, indicando ao usuário que aquele setor sofreu uma reclassificação, e portanto, deverá ser consultada a tabela de conversão quando houver o interesse em consultar informações registradas em relatórios anteriores. Como exemplo, um ponto hipotético que sofreu classificação seria anotado assim: +367/68-md-05.

#### **7.1.4 RESULTADOS**

Observou-se a presença muito rarefeita de processos erosivos instalados na faixa de terreno estudada e, das cicatrizes submersas existentes, observou-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 no Quadro 7.1 o apanhado dos pontos que merecerão atenção nos monitoramentos posteriores.

QUADRO 7.1

PONTOS IDENTIFICADOS NA VISTORIA MERECEDORES DE ACOMPANHAMENTO FUTURO - RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA. CONTINUA...

Item	Foto	Setor	Coordenada geográfica (UTM)		Margem	Situações						Descrição completa	
			Norte	Leste		Erosão submersa sem erosão livre INEXISTENTE	Erosão submersa sem influência erosão livre EXISTENTE		Erosão submersa influenciando livre (sem identificação)		Erosão submersa influenciando livre (já identificada)		
							Erosão livre, SEM identificação	Erosão livre, COM identificação	Erosão livre pequena	Erosão livre muito pequena	Erosão livre pequena		Erosão livre muito pequena
1	2	371/72	371.560	8.020.672	MD				X				Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando solapamento de proc.erosivo de pequena monta existente na margem, acima da elevação 86, o qual não tinha sido identificado em monitoramentos anteriores.
2	3	371/72	371.560	8.020.672	MD		X						Processo erosivo instalado na faixa estudada, ainda sem reflexos em algum processo erosivo existente na margem, acima da elevação 86.
3	4	371/72	371.560	8.020.672	MD					X			Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando leve solapamento de proc. erosivo na margem, de tamanho ainda irrelevante, localizado acima da elevação 86, o qual não tinha sido identificado em monit. anteriores.
4	13	365/66	365.399	8.023.424	MD				X				Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando solapamento de proc. erosivo de pequena monta existente na margem, acima da elevação 86, o qual não tinha sido identificado em monitoramentos anteriores.
5	14	365/66	365.399	8.023.424	MD					X			Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando leve solapamento de proc. erosivo na margem, de tamanho ainda irrelevante, localizado acima da elevação 86, o qual não tinha sido identificado em monitoramentos anteriores.



CONTINUAÇÃO: PONTOS IDENTIFICADOS NA VISTORIA MERECEDORES DE ACOMPANHAMENTO FUTURO - RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA.

Item	Foto	Setor	Coordenada geográfica (UTM)		Margem	Situações						Descrição completa		
			Norte	Leste		Erosão submersa sem erosão livre INEXISTENTE	Erosão submersa sem influência erosão livre EXISTENTE		Erosão submersa influenciando livre (sem identificação)		Erosão submersa influenciando livre (já identificada)			
							erosão livre, SEM identificação	Erosão livre, COM identificação	Erosão livre pequena	Erosão livre muito pequena	Erosão livre pequena		Erosão livre muito pequena	
6	16	364/65	364.607	8.024.716	MD						X			Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando leve solapamento de proc. eros. na margem, de tamanho ainda irrelevante, localizado acima da elevação 86, o qual não tinha sido ident. em monitoramentos anteriores.
7	18	363/64	363.279	8.025.251	MD		X							Processo erosivo instalado na faixa estudada, ainda sem reflexos em algum processo erosivo existente na margem, acima da elevação 86.
8	27	366/67	366.537	8.023.544	ME			X						Processo erosivo instalado na faixa estudada, ainda sem reflexos no processo erosivo existente na margem, acima da elevação 86, identificado em monitoramentos anteriores como E-11a.
9	28	367/68	367.016	8.023.275	ME						X			Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando leve solapamento de proc. eros. na margem, de tamanho ainda irrelevante, localizado acima da elev. 86, o qual não tinha sido identificado em monitoramentos anteriores.
10	31	367/68	367.768	8.022.508	ME							X		Proc. erosivo instalado na faixa estudada, causando leve solapamento de proc.eros. na margem, de tamanho ainda irrelevante, localizado acima da elevação 86, o qual foi identificado em monit. anteriores como E8-a.

CONTINUAÇÃO: PONTOS IDENTIFICADOS NA VISTORIA MERECEDORES DE ACOMPANHAMENTO FUTURO - RESERVATÓRIO DA UHE SANTA CLARA.

Item	Foto	Setor	Coordenada geográfica (UTM)		Margem	Situações						Descrição completa		
						Erosão submersa sem erosão livre INEXISTENTE	Erosão submersa sem influência erosão livre EXISTENTE		Erosão submersa influenciando livre (sem identificação)		Erosão submersa influenciando livre (já identificada)			
			Norte	Leste			Erosão livre, SEM identificação	Erosão livre, COM identificação	Erosão livre pequena	Erosão livre muito pequena	Erosão livre pequena		Erosão livre muito pequena	
11	32	367/68	367.999	8.022.440	ME						X			Processo erosivo instalado na faixa estudada, causando leve solapamento de proc. erosivo na margem, de tamanho ainda irrelevante, localizado acima da elevação 86, o qual não tinha sido identificado em monit. anteriores.
12	36	371/72	371.101	8.022.842	ME						X			Proc. erosivo instalado na faixa estudada, causando solapamento de proc. erosivo de pequena monta existente na margem, acima da elevação 86, o qual não tinha sido identificado em monit. anteriores.
13	38	372/barr	372.658	8.021.047	ME			X						Processo erosivo instalado na faixa estudada, ainda sem reflexos no processo erosivo existente na margem, acima da elevação 86, identificado em monitoramentos anteriores como E-1b e E-1c.
14	39	372/barr	372.658	8.021.047	ME			X						Processo erosivo instalado na faixa estudada, ainda sem reflexos no processo erosivo existente na margem, acima da elevação 86, identificado em monitoramentos anteriores como E-1a.

## 7.1.5 ANEXO

### 7.1.5.1 Registro fotográfico



FOTO 7.1: SETOR 372/BARR., COORD. (UTM) 372.103 / 8.020.927, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.2: SETOR 371/72, COORD. (UTM) 371.560 / 8.020.672, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO SOLAPAMENTO DE PROC. EROSIVO DE PEQUENA MONTA EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES.



FOTO 7.3: SETOR 371/72, COORD. (UTM) 371.560 / 8.020.672, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, AINDA SEM REFLEXOS EM ALGUM PROCESSO EROSIVO EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86.



FOTO 7.4: SETOR 371/72, COORD. (UTM) 371.560 / 8.020.672, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO LEVE SOLAPAMENTO DE PROC. EROSIVO NA MARGEM, DE TAMANHO AINDA IRRELEVANTE, LOCALIZADO ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONIT. ANTERIORES.



FOTO 7.5: SETOR 371/72, COORD. (UTM) 371.101 / 8.022.842, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.6: SETOR 370/71, COORD. (UTM) 370.593 / 8.021.986, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.7: SETOR 370/71, COORD. (UTM) 370.052 / 8.022.231, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.8: SETOR 369/70, COORD. (UTM) 369.090 / 8.022.818, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.9: SETOR 367/68, COORD. (UTM) 367.941 / 8.022.347, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.10: SETOR 366/67, COORD. (UTM) 366.977 / 8.022.951, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.





FOTO 7.11: SETOR 366/67, COORD. (UTM) 366.064 / 8.023.596, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.12: SETOR 365/66, COORD. (UTM) 365.808 / 8.023.891, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.13: SETOR 365/66, COORD. (UTM) 365.399 / 8.023.424, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO SOLAPAMENTO DE PROC. EROSIVO DE PEQUENA MONTA EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES.



FOTO 7.14: SETOR 365/66, COORD. (UTM) 365.399 / 8.023.424, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO LEVE SOLAPAMENTO DE PROC. EROSIVO NA MARGEM, DE TAMANHO AINDA IRRELEVANTE, LOCALIZADO ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES.



FOTO 7.15: SETOR 364/65, COORD. (UTM) 364.973 / 8.024.352, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.16: SETOR 364/65, COORD. (UTM) 364.607 / 8.024.716, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO LEVE SOLAPAMENTO DE PROC. EROS. NA MARGEM, DE TAMANHO AINDA IRRELEVANTE, LOCALIZADO ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENT. EM MONITORAMENTOS ANTERIORES.



FOTO 7.17: SETOR 363/64, COORD. (UTM) 363.959 / 8.024.935, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.18: SETOR 363/64, COORD. (UTM) 363.279 / 8.025.251, MARGEM MD. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, AINDA SEM REFLEXOS EM ALGUM PROCESSO EROSIVO EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86.



FOTO 7.19: SETOR 362/63, COORD. (UTM) 362.967 / 8.025.368, MARGEM MD. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.20: SETOR 362/63, COORD. (UTM) 362.416 / 8.025.274. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.21: SETOR 362/63, COORD. (UTM) 362.368 / 8.025.515, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.22: SETOR 363/64, COORD. (UTM) 363.021 / 8.025.570, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.23: SETOR 364/65, COORD. (UTM) 364.038 / 8.025.047, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.24: SETOR 365/66, COORD. (UTM) 365.076 / 8.024.675, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.25: SETOR 365/66, COORD. (UTM) 365.738 / 8.024.763, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.26: SETOR 366/67, COORD. (UTM) 366.212 / 8.024.361, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.27: SETOR 366/67, COORD. (UTM) 366.537 / 8.023.544, MARGEM ME. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, AINDA SEM REFLEXOS NO PROCESO EROSIVO EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES COMO E-11A.



FOTO 7.28: SETOR 367/68, COORD. (UTM) 367.016 / 8.023.275, MARGEM ME. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO LEVE SOLAPAMENTO DE PROC. EROS. NA MARGEM, DE TAMANHO AINDA IRRELEVANTE, LOCALIZADO ACIMA DA ELEV.86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES.



FOTO 7.29: SETOR 367/68, COORD. (UTM) 367.107 / 8.022.961, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.30: SETOR 367/68, COORD. (UTM) 367.107 / 8.022.961, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.31: SETOR 367/68, COORD. (UTM) 367.768 / 8.022.508, MARGEM ME. PROC. EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO LEVE SOLAPAMENTO DE PROC. EROS. NA MARGEM, DE TAMANHO AINDA IRRELEVANTE, LOCALIZADO ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL FOI IDENTIFICADO EM MONIT. ANTERIORES COMO E8-A.



FOTO 7.32: SETOR 367/68, COORD. (UTM) 367.999 / 8.022.440, MARGEM ME. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO LEVE SOLAPAMENTO DE PROC. EROSIVO NA MARGEM, DE TAMANHO AINDA IRRELEVANTE, LOCALIZADO ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONIT. ANTERIORES.



FOTO 7.33: SETOR 368/96, COORD. (UTM) 368.036 / 8.024.426, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.34: SETOR 369/70, COORD. (UTM) 369.090 / 8.022.818, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.35: SETOR 370/71, COORD. (UTM) 370.052 / 8.022.231, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.36: SETOR 371/72, COORD. (UTM) 371.101 / 8.022.842, MARGEM ME. PROC. EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, CAUSANDO SOLAPAMENTO DE PROC. EROSIVO DE PEQUENA MONTA EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, O QUAL NÃO TINHA SIDO IDENTIFICADO EM MONIT. ANTERIORES.



FOTO 7.37: SETOR 372/BARR, COORD. (UTM) 372.103 / 8.020.927, MARGEM ME. VISTA GERAL DE TRECHO DO SETOR, SEM NENHUMA OCORRÊNCIA DE PROCESSO EROSIVO INSTALADO.



FOTO 7.38: SETOR 372/BARR, COORD. (UTM) 372.658 / 8.021.047, MARGEM ME. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, AINDA SEM REFLEXOS NO PROCESO EROSIVO EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES COMO E-1B E E-1C.



FOTO 7.39: SETOR 372/BARR, COORD. (UTM) 372.658 / 8.021.047, MARGEM ME. PROCESSO EROSIVO INSTALADO NA FAIXA ESTUDADA, AINDA SEM REFLEXOS NO PROCESO EROSIVO EXISTENTE NA MARGEM, ACIMA DA ELEVAÇÃO 86, IDENTIFICADO EM MONITORAMENTOS ANTERIORES COMO E-1A.



## 7.2 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.

Desta forma, em consideração aos resultados já apresentados, sugeriu-se que as medições topobatimétricas fossem realizadas a cada 05 anos e não a cada 02 anos. O empreendedor está aguardando manifestação do IBAMA.

## 8 PROJETO DE RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR

### 8.1 PROJETO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS NATIVAS

A produção de mudas de essências nativas, transferida para um viveiro implantado pelo empreendedor na área da UHE, está sendo realizada de tal forma a abastecer todo o plantio no período chuvoso 2007/2008.

As atividades do Projeto de Produção de Mudas de Essências Florestais Nativas durante o segundo semestre de 2007 foram:

- produção de substrato, enchimento de sacolas, coleta de sementes (oiti, pau-formiga, castanheiro d'água, acácia australiana, dendê, sombreiro), semeadura (acácia australiana, oiti, castanheiro d'água, sombreiro), corte das raízes e dança de mudas;
- adubação em cobertura;
- transplante de mudas (oiti, genipapo, acácia australiana, goiaba branca, castanha do maranhão);
- irrigação do viveiro;
- combate às formigas no viveiro.

#### *REGISTRO FOTOGRÁFICO*



FOTO 8.1: PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO.



FOTO 8.2: PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO.



FOTO 8.3: TRANSPLANTE DE MUDAS.



FOTO 8.4: TRANSPLANTE DE MUDAS.



FOTO 8.5: TRANSPLANTE DE MUDAS.



FOTO 8.6: TRANSPLANTE DE MUDAS.



FOTO 8.7: COLETA DE SEMENTES.



FOTO 8.8: COLETA DE SEMENTES.



FOTO 8.9: COLETA DE SEMENTES.



FOTO 8.10: MUDAS PRODUZIDAS EM 2007.



FOTO 8.11: MUDAS PRODUZIDAS EM 2007.



FOTO 8.12: MUDAS PRODUZIDAS EM 2007.



FOTO 8.13: MUDAS PRODUZIDAS EM 2007.



FOTO 8.14: MUDAS DE GOIABA BRANCA.



FOTO 8.15: MUDAS DE JENIAPAO.



FOTO 8.16: MUDAS DE LEUCENA.



FOTO 8.17: MUDAS DE SOMBREIRO.



FOTO 8.18: MUDAS DE HIBISCO.



FOTO 8.19: CASTANHEIRO.



FOTO 8.20: SEMENTEIRA DE ANGICO.



FOTO 8.21: SEMENTEIRA DE ANGICO.





FOTO 8.22: MUDAS DE SANSÃO DO CAMPO TRANSPLANTADAS.



FOTO 8.23: MUDAS DE SANSÃO DO CAMPO.



FOTO 8.24: MUDAS DE SANSÃO DO CAMPO TRANSPLANTADAS.



FOTO 8.25: PRÁTICA DE CORTE DAS RAÍZES E DANÇA DAS MUDAS.



FOTO 8.26: PRÁTICA DE CORTE DAS RAÍZES E DANÇA DAS MUDAS.



FOTO 8.27: SACOLAS PREENCHIDAS COM SUBSTRATO.



FOTO 8.28: MUDAS DE LEUCAENA, GOIABA E GENIPAPO EM PROCESSO DE CRESCIMENTO.



FOTO 8.29: VISTA GERAL DO VIVEIRO DE MUDAS.

## 8.2 PROJETO DE REFLORESTAMENTO CILIAR

O Projeto de Reflorestamento Ciliar continua contando com a produção de mudas do viveiro. As atividades do Programa, durante o segundo semestre de 2007, consistiram na abertura de novas covas e plantio de mudas na época das chuvas, e na manutenção das mudas plantadas com execução de coroamento e combate às formigas. As áreas reflorestadas se encontram com desenvolvimento satisfatório.



FOTO 8.30: ATIVIDADE DE COVEAMENTO NA PROPRIEDADE DO SR. ROGÉRIO BARBOSA.



**FOTO 8.31: VISTA GERAL DE ILHA, PROPRIEDADE DA CESC, REFLORESTADA EM 2002.**



**FOTO 8.32: MUDAS PLANTADAS EM TERRAS DE PROPRIETÁRIO RURAL - VINDILINO, JÁ COROADAS.**



**FOTO 8.33: MUDAS PLANTADAS EM TERRAS DE PROPRIETÁRIO RURAL - CHARLES, QUE SOFRERAM PASTOREIO DE GADO BOVINO E CAPRINO.**

## 9 PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas continua sendo realizado, com ações voltadas para a manutenção e plantio. As atividades do Programa foram:

- abertura e adubação de plantio de covas em áreas da CESC, Colônia e terceiros;
- coroamento para coveamento e em mudas plantadas;
- plantio de mudas em área de propriedade da CESC e da Colônia;
- combate à formiga e irrigação nos locais de coveamento e plantio (manutenção realizada duas vezes por semana);
- contenção de erosão.

### *REGISTRO FOTOGRÁFICO*



FOTO 9.1: ATIVIDADE DE COROAMENTO ONDE O CAPIM COBRE AS MUDAS (AREJAMENTO DAS MUDAS).



FOTO 9.2: COROAMENTO DE MUDAS: SOMBREIRO, AROEIRA PIMENTA E SABONETEIRA, RESPECTIVAMENTE.



FOTO 9.3: ABERTURA DE COVAS E PLANTIO DE MUDAS.



FOTO 9.4: IRRIGAÇÃO DE MUDAS - DEZ LITROS DE ÁGUA POR PLANTA.



FOTO 9.5: CONTENÇÃO DE EROSÃO.

## 10 PROGRAMA DE RESGATE ARQUEOLÓGICO DO SÍTIO COLÔNIA SANTA CLARA

Dando continuidade ao Programa de Resgate Arqueológico do Sítio Colônia Santa Clara, as atividades continuam durante o segundo semestre de 2007, sendo realizadas com ações voltadas para a manutenção dos sítios arqueológicos.

### *REGISTRO FOTOGRÁFICO*



FOTO 10.1: LIXO RETIRADO DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS.



FOTO 10.2: LIMPEZA DA ÁREA DO MEMORIAL E DO ACESSO PARA O CEMITÉRIO (SÍTIO ARQUEOLÓGICO).



FOTO 10.3: LIMPEZA DA ÁREA DO MEMORIAL E DO ACESSO PARA O CEMITÉRIO (SÍTIO ARQUEOLÓGICO).



FOTO 10.4: LIMPEZA DA ÁREA DO MEMORIAL E DO ACESSO PARA O CEMITÉRIO (SÍTIO ARQUEOLÓGICO).