



MULTIGEO

Fase III - Operação do reservatório - 2ª ETAPA
Relatório Técnico de andamento
4ª campanha de campo
Abril 2002

Agência Gestora de Meio Ambiente
Folha 03
Ass.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
3. METODOLOGIA.....	5
3.1. MEDIDAS DIRETAS EM CAMPO.....	6
3.2. DETERMINAÇÕES EM LABORATÓRIO.....	7
3.2.1. METODOLOGIA ANALÍTICA.....	7
4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM.....	12
4.1. DADOS SOBRE AS ESTAÇÕES DE COLETA.....	13
5. RESULTADOS.....	16
5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	16
5.2. PARÂMETROS HIDROBIOLÓGICOS.....	38
5.2.1. CLOROFILA A.....	38
5.2.2. FITOPLÂNCTON.....	41
5.2.3 - ZOOPLÂNCTON.....	49
5.2.4. SIMILARIDADE ENTRE AS ESTAÇÕES.....	59
6. A DINÂMICA HIDROBIOLÓGICA DO RESERVATÓRIO.....	61
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
8. BIBLIOGRAFIA.....	67
9. EQUIPE TÉCNICA.....	68

ANEXOS

- 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO
- 2 - FORMA DE PRESERVAÇÃO
- 3 - EXTRATO DOS DADOS REGISTRADOS NA SONDA
- 4 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA
- 5 - LAUDOS DE ANÁLISE DE ÁGUA



MULTIGEO

Fase III - Operações do
reservatório 2ª etapa

Relatório Técnico de andamento
2ª campanha de campo

Setembro 2001

Agência Goiana de Meio Ambiente
Folha 08
Ass.: _____

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
3. METODOLOGIA.....	4
3.1. MEDIDAS DIRETAS EM CAMPO.....	4
3.2. DETERMINAÇÕES EM LABORATÓRIO.....	6
3.2.1. METODOLOGIA ANALÍTICA.....	6
4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM.....	11
4.1. DADOS SOBRE AS ESTAÇÕES DE COLETA.....	12
5. RESULTADOS.....	15
5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	15
5.2. PARÂMETROS HIDROBIOLÓGICOS.....	35
5.2.1. CLOROFILA A.....	35
5.2.2. FITOPLÂNCTON.....	36
5.2.3. ZOOPLÂNCTON.....	45
5.2.3.1. SIMILARIDADE ENTRE AS ESTAÇÕES.....	47
5.2.3.2. ASPECTOS ESPECÍFICOS DOS GRUPOS ZOOPLÂNCTONICOS PRINCIPAIS.....	48
5.4. A DINÂMICA HIDROBIOLÓGICA DO RESERVATÓRIO.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
7. BIBLIOGRAFIA.....	63
8. EQUIPE TÉCNICA.....	65
ANEXOS	

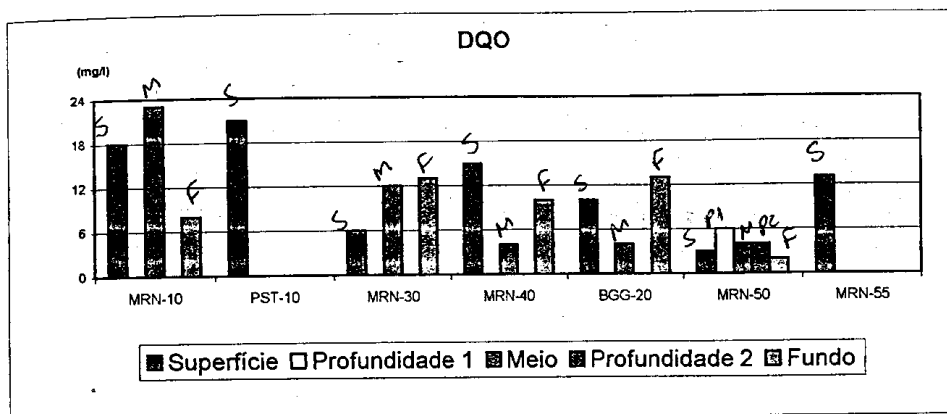


Figura 5.1.1.9. – Dados de DQO registrados nas estações de coleta.

O **carbono orgânico dissolvido** é decorrente da decomposição de plantas e animais e da excreção destes organismos (Esteves, 1998). Tem importância na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, atuando como fonte de energia, como precipitador de nutrientes e complexador de metais. Os valores registrados estão relativamente maiores que na campanha anterior e variaram entre 3,3 e 5,8 mg/L nos pontos a montante da barragem, sofrendo pequenas variações na coluna d'água (Figura 5.1.1.10.) e ao longo do reservatório. No ponto MRN-55 observa-se um valor muito alto para este parâmetro (15 mg/L) e incoerente com os resultados obtidos no ponto MRN-50, já que o MRN-55 está logo a jusante da barragem (MRN-50). Ao ponto MRN-55 será dada atenção especial nas próximas campanhas.

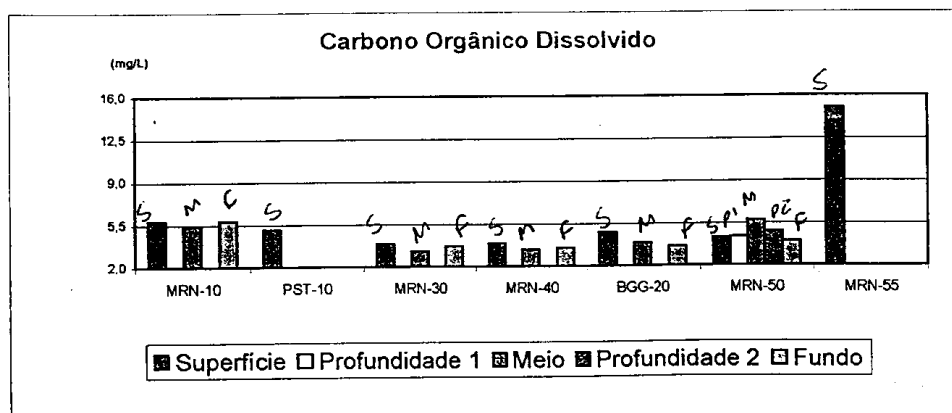


Figura 5.1.1.10. – Dados de carbono orgânico dissolvido registrados nas estações de coleta.

O **fósforo** na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são biodisponíveis e uma vez assimilados são

convertidos em fosfato orgânico e em fosfatos condensados. Após a morte de um organismo, os fosfatos condensados são liberados na água. Entretanto, eles não estão disponíveis para a absorção biológica até que sejam hidrolizados para ortofosfato, processo executado por bactérias. Em geral as fontes naturais de fósforo presentes nas águas são a lixiviação de rochas fosfatadas e a decomposição de matéria orgânica, podendo ser fontes adicionais os fertilizantes agrícolas, os esgotos domésticos e dejetos de bovinos e de aves. Em comparação com outros componentes estruturais dos seres vivos, o fósforo é o menos abundante e em geral o principal fator limitante à produtividade de lagos. Altas concentrações de fósforo na água propiciam a eutrofização da mesma, não devendo ultrapassar limites de 0,01 mg/L (Branco, 1986). Assim, valores inferiores ao limite de detecção obtidos pelo método analítico adotado podem indicar eventualmente concentrações muito próximas a 0,01 mg/L, o que resulta na proliferação de algas, tornando difícil estabelecer comparações entre os vários pontos de coleta. Em termos gerais, verifica-se em Serra da Mesa maior disponibilidade de fósforo na superfície no ponto MRN-10, refletindo o arraste superficial de nutrientes pelas chuvas na área de drenagem dos rios Maranhão e das Almas, caracterizada por conter inúmeras fontes de poluição de origem pontual e difusa. No entanto, o aproveitamento desses nutrientes pelas algas é limitado em função da maior turbidez observada nesse local.

Em locais mais profundos, a disponibilidade de fósforo pode estar relacionada à condição de anaerobiose que propicia a solubilização de compostos de fósforo dos sedimentos. No entanto, o comportamento hidrobiológico da represa em função desse nutriente ainda não está totalmente elucidado, o que deverá ocorrer nas próximas campanhas de monitoramento.

O maior valor de fósforo total obtido no reservatório de Serra da Mesa foi de 0,11 mg/L no ponto BGG-20 à 58 m de profundidade (Figura 5.1.1.11.). Nas superfícies observaram-se valores abaixo do limite de detecção, com exceção do ponto MRN-10, amostra na qual se obteve o valor de 0,03 mg/L. O ponto MRN-30 apresentou um valor incoerente se analisarmos os resultados do reservatório longitudinalmente, ou seja, abaixo do limite de detecção, já o ponto MRN-40 (fundo-60 m) apresentou o valor de 0,06 mg/L.

ponto MRN-50 os valores foram elevados, ou seja, 9,89 mg/L no meio (50 metros) e 4,94 mg/L no fundo (100 metros). São recomendados valores entre 0,3 a 1 mg/L de ferro para a manutenção dos organismos aquáticos (Pádua, 1997). Estes valores indicam que o aporte desses íons provém da zona fluvial, sofrendo pequena variação longitudinal, quando se compara os pontos monitorados (MRN-10 e MRN-50), ou que eles podem estar associados à ausência de oxigênio dissolvido.

A sílica está presente no ambiente aquático e é proveniente da decomposição de minerais, por exemplo, feldspato. A importância da sílica no ambiente aquático está relacionado à formação de carapaça das diatomáceas, um dos principais grupos de algas.

Este parâmetro apresentou valores muito maiores que aqueles amostrados nas campanhas anteriores. No ponto MRN-10, nas campanhas anteriores ele variou de 3,7 a 12 mg/L com valor médio de 6 mg/L. Nesta campanha ele assumiu valor de 23 mg/L. No ponto MRN-50, nas campanhas anteriores ele variou de 0,8 a 11,0 mg/L com valor médio de 3,2 mg/L. Nesta campanha ele assumiu o valor de 25 mg/L. Para ambos os pontos foram feitas verificações no laboratório e os resultados foram confirmados. Apesar deste aumento, estes valores estão dentro da faixa recomendada para manutenção dos organismos aquáticos (10 a 50 mg/L) (Pádua, 1997). Os resultados biológicos confirmam a presença da sílica em grande quantidade no reservatório.

O mercúrio e o alumínio são dois metais que estão associados, principalmente, às suas características de toxicidade aos organismos aquáticos, e no caso do mercúrio pode refletir na saúde humana. É muito rara a ocorrência de mercúrio natural em água, devido a sua baixa solubilidade. Por outro lado, compostos orgânicos e inorgânicos mercuriais podem ser altamente solúveis em água e muito tóxicos ao homem e outros animais. Embora historicamente sejam conhecidos os efeitos tóxicos do mercúrio, são numerosos os incidentes epidemiológicos relacionados a esse elemento através da contaminação da água e de pescados. Para o homem, a dose oral fatal varia de 20 mg a 3,0 g, dependendo do sal de mercúrio. No ambiente, o mercúrio introduzido por exemplo através da mineração do ouro, é inicialmente incorporado aos sedimentos. Estes, por sua vez, podem trocar sua carga de mercúrio com a água por um período estimado em até cem anos, ao longo do qual ocorre a bioacumulação ao longo da cadeia trófica.

Em Serra da Mesa, os níveis de mercúrio analisados nos pontos MRN-10, MRN-40, MRN-50 e BGG-20, variam entre 0,0003 a 0,0011 mg/L, estando muito acima dos valores estipulados pela Resolução CONAMA para águas de Classe 2 (0,0002 mg/l). O valor mínimo foi verificado no ponto MRN-40 e o máximo no BGG-20. Segundo o Projeto Básico Ambiental ocorreram intensas atividades de garimpo na região, o que pode justificar os altos valores encontrados ao longo do monitoramento no reservatório. As fontes de contaminação devem ser investigadas, pois o reservatório serve de local para a recreação da população local, no qual se inclui a pesca.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta 1ª campanha dá 2ª etapa da Fase III – Operação do Reservatório (1ª campanha da MULTIGEO) do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa abrangeu os itens para ela programados. Adicionalmente foi monitorado o ponto MRN-60 e foram desconsiderados os resultados de laboratório de fitoplâncton e zooplâncton.

As águas do reservatório estão enquadradas na Classe 2 da Resolução CONAMA 20. A quase totalidade dos parâmetros apresentou resultados compatíveis com os limites da resolução. A seguir apresentam-se os valores que estão em desacordo com o preconizado:

- a) O oxigênio dissolvido (OD) medido na profundidade em todos os pontos, exceto no MRN-10 e até na superfície de MRN-55, estão abaixo de 5,0 mg/l ;
- b) O fósforo total, exceto nos pontos MRN-55, MRN-60 e PST-10, ficou acima do limite de 0,025 mg/l referido na legislação;
- c) A amônia na superfície, exceto no ponto MRN -50, apresentou valores abaixo do limite de 0,02 mg/l referido nos relatórios anteriores de monitoramento. Os valores de fundo em todos os pontos superaram o limite, sendo que os pontos MRN-40 e BGG-20 também desrespeitaram o limite na profundidade média. No ponto MRN-50 observou-se a situação mais crítica em relação a este parâmetro, e neste ponto todas as coletas apresentaram valores superiores ao limite.
- d) Os valores de ferro no ponto MRN-50 estão acima do máximo de 0,3 mg/l referido nos relatórios anteriores de monitoramento;
- e) Os valores de clorofila-a para os pontos BGG-20 e MRN-50 (profundidade) ainda que os valores encontrados não firam nenhum critério da legislação merecerão uma investigação especial na próxima campanha.

abundância relativa (%) de cada um dos grandes grupos de fitoplâncton presentes nas amostras.

A estação de coleta onde foi encontrada a maior densidade fitoplanctônica foi a MRN-10, com um total de $8,15 \cdot 10^6$ indivíduos/L. As demais estações apresentaram valores de densidade fitoplanctônica da ordem de 10^5 . O menor valor de densidade numérica encontrado foi na estação MRN-40, com $2,53 \cdot 10^5$ indivíduos/L. Assim, os valores obtidos para a maioria das estações analisadas estão dentro da faixa de variação características de ambientes oligotróficos, que segundo Margalef (1983), está em torno de 10^4 e 10^5 céls. L⁻¹.

A espécie mais abundante foi *Raphydiopsis mediterranea*, pertencente à divisão Cyanophyta, seguida por *Staurastrum conatus*, *Staurastrum orbiculari* e *Pandorina morum*, pertencentes à divisão Chlorophyta, *Rhizosolenia longiseta* da Divisão Bacillariophyta, e *Dinobryon sertularia* e *Dinobryon divergens*, pertencentes à Divisão Chrysophyta.

A espécie numericamente mais abundante nos ambientes analisados, *Rhapydiopsis mediteranea*, é uma alga cianoficea da família Nostocales que produz heterocistos e acinetos, com função respectiva de fixação de N atmosférico e de células de resistência. O material examinado evidenciou a ausência de heterocistos na maioria dos indivíduos, o que indica que existe quantidade suficiente de nitrogênio no ambiente, de modo que esses organismos não precisam recorrer à atmosfera para consegui-lo. Dada à baixa disponibilidade de fósforo observada no reservatório Serra da Mesa, possivelmente essa espécie apresente uma capacidade superior às demais para absorver fosfato, em processo conhecido como uptake luxury, armazenando o nutriente sob a forma de corpúsculos no interior das células.

Além do mais, nenhum organismo analisado apresentava acinetos outra indicação de que o ambiente era favorável ao seu desenvolvimento. Embora muitas espécies de cianofíceas apresentem diferentes graus de toxicidade e estejam comumente relacionadas à ambientes eutrofizados ou poluídos, até o presente momento, não existem estudos que evidenciem toxicidade no gênero *Rhapydiopsis* ou que o relacionem com enriquecimento de ambientes límnicos.

A diatomácea *Rhizosolenia longiseta* apresentou uma ampla distribuição e expressiva abundância relativa nos pontos amostrados. Trata-se de um gênero muito comum em ecossistemas de águas continentais, tanto lóticos quanto lênticos. Essas algas utilizam a sílica para a construção de suas frústulas, sendo que a presença de altas densidades numéricas desses organismos relacionam-se à alta disponibilidade de sílica no ambiente.

As Bacillariophyceae são algas tipicamente perifíticas ou bentônicas. Segundo Wetzel, (1981), as diatomáceas constituem o grupo de algas mais importante do

Os resultados da avaliação quantitativa do fitoplâncton de Serra da Mesa nas amostragens de outubro/2001 estão apresentados na Tabela 5.2.2.2. e na Figura 5.2.2.3, onde são mostradas a densidade numérica e a abundância relativa de cada um dos grandes grupos de microalgas presentes nas amostras. Para fins de comparação da composição fitoplanctônica em Serra da Mesa nos diferentes períodos de coleta, são apresentados, na Figura 5.2.2.4., os resultados de abundância relativa dos grupos fitoplanctônicos encontrados na amostragem anterior (jullho/2001).

A espécie mais abundante, *Cylindrospermopsis raciborskii*, é uma cianofícea pertencente à família Nostocales. Possui filamentos com 12 células, em média, levemente constrictos nos septos e de ápices arredondados, os quais produzem heterocistos e acinetos, sendo os primeiros, fixadores de N atmosférico e os últimos, células de resistência. O material examinado apresentou poucos indivíduos com heterocistos, um sinal de que o ambiente possui níveis ideais de nitrogênio para os organismos, não sendo necessário que os mesmos recorram à atmosfera para consegui-lo. Da mesma forma, em nenhum organismo foi encontrado acinetos, outra indicação de que o ambiente se encontra favorável ao desenvolvimento desse grupo de algas.

O gênero *Cylindrospermopsis* até recentemente era um grupo raramente encontrado nos ambientes límnicos, tendo sido descrito primeiramente para lagos da Indonésia. No entanto, de alguns anos para cá, esse gênero tem sido encontrado com frequência em reservatórios brasileiros e, na maioria das vezes, em altas densidades numéricas, formando grandes florações. Esse grupo de algas é característico de ambientes poluídos, causando odor e mal gosto à água. Por se tratar de um grupo potencialmente tóxico, embora sua toxina ainda não tenha sido determinada, é importante que se acompanhe de perto as variações de suas densidades populacionais nos ambientes aquáticos.

A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* tem por característica dominar a comunidade fitoplanctônica, formando grandes florações, principalmente nos períodos de altas temperaturas e de forte insolação. Em dados da literatura, experimentos com comunidades de *C. raciborskii* demonstraram que o fósforo é um fator limitante para o seu crescimento: a alga absorve prontamente o fósforo e mais lentamente o amônio (Lindmark, 1997 in Castelo Branco, 1991). Em estudos para o Lago Paranoá, Castelo Branco (op cit) concluiu que a remoção da carga de fósforo seria a única maneira de controlar o crescimento dessa espécie. O sucesso de *C. raciborskii* no domínio de ambientes aquáticos em determinadas condições pode ser explicado pela sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, pela presença de aerótopos que permitem sua migração para locais com maior luminosidade ou com maior nível de nutrientes e, também, por sua impalatabilidade.

No caso de Serra da Mesa, as explicações mais prováveis para as altas densidades numéricas dessa espécie, encontradas na coleta de outubro de 2001, seriam as altas

temperaturas, que podem causar estratificações da coluna d'água, e o maior aporte de nutrientes característico dessa época do ano e o baixo nível do reservatório.

O fato de ter havido florações de cianofíceas em outubro não implica, necessariamente, num comprometimento definitivo do ambiente em termos de qualidade de água. No entanto, por se tratar de uma espécie potencialmente tóxica, é importante que a evolução dessas populações no ambiente em questão, seja acompanhada permanentemente.

2,26+08 ind./L no ponto MRN-10, 3,72E+08 ind./L no ponto MRN-30, 6,20E+08 ind./L no ponto MRN-40, atingindo altíssima densidade no ponto MRN-50 (1,03E+09 ind./L). O ponto BGG-20 foi o que apresentou a maior densidade numérica de algas em Serra da Mesa, com 1.320.000.000 ind./L, significando um acréscimo substancial em relação a julho de 2002.

Os valores obtidos para todas as estações analisadas estão muito acima da faixa de variação características de ambientes oligotróficos que, segundo Margalef (1983), gira em torno de 10^4 e 10^5 células por litro.

Em termos de concentração numérica, as populações de cianofíceas apresentaram um aumento significativo no intervalo entre as duas últimas campanhas em todo o reservatório, passando de uma concentração média da ordem de 100.000 ind./L em julho de 2002 para 100.000.000 ind./L na última coleta (outubro/2002). Como decorrência da dinâmica hidrobiológica, onde as condições de correnteza mais forte interferem na proliferação de algas azuis, as cianofíceas passaram a ter menor participação relativa nos pontos a montante do lago (MRN-10 e MRN-30), em relação à coleta de julho de 2002, aumentando em termos percentuais nos pontos MRN-40, MRN-50 e, com maior nitidez, no ponto BGG-20.

Em termos relativos, as cianofíceas foram dominantes em outubro de 2002 no ponto MRN-30, com 2,09E+08 ind./L (56,27%), no ponto MRN-40, com 3,76E+08 ind./L (60,73%) e no ponto MRN-50, com 7,65E+08 ind./L (74,52%). Nas estações MRN-10 e BGG-20, as algas azuis foram encontradas em abundância relativa de 7,50% (1,70E+07 ind./L) e 24,6% (3,25E+08), respectivamente, inferiores às concentrações obtidas para as clorofíceas.

Com exceção do ponto MRN-10, *Cylindrospermopsis raciborskii* continuou a apresentar florações em todo o lago, atingindo densidades superiores a 100.000.000 células por litro. *Lyngbia majuscula* foi detectada com densidade numérica expressiva nos pontos MRN-30 e BGG-20, em torno de 70.000.000 ind./L, representando densidades relativas de 19,01% e 5,35%, respectivamente. *Anabaena manguinii* aparece pela primeira vez em Serra da Mesa na última coleta, surgindo com significado numérico apenas no ponto MRN-30 (4,95E+07 ind./L), no qual contribuiu com 7,99% das densidade total de algas.

As algas do gênero *Microcystis* são contabilizadas em pequeno percentual em outubro de 2002, porém, são comuns a todas as estações no corpo principal da represa: MRN-10 (7,41%), MRN-30 (0,76%), MRN-40 (0,68%) e MRN-50 (0,14%). No rio Bagagem (BGG-20), não foram computadas algas desse gênero na última campanha.

As clorofíceas foram dominantes em Serra da Mesa em outubro de 2002 nos pontos MRN-10 com 1,84E+08 ind./L (81,25%) e BGG-20 comportando 7,13E+08 ind./L (53,90%). Nos demais pontos, a densidade numérica total das

algas verdes oscilou em torno de 100.000.000 ind./L, sendo registrados aproximadamente 1,51E+08 ind./L no ponto MRN-30 (41%), 2,22E+08 ind./L no ponto MRN-40 (36%) e 2,50E+08 ind./L no ponto MRN-50 (24%).

No setor mais a montante do lago (ponto MRN-10), verifica-se nas últimas campanhas uma dinâmica onde se alterna a dominância das populações de *Sphaerocystis schoetaeri* e *Radiococcus planctonicus*.

A espécie *Sphaerocystis schoetaeri*, da família Palmellaceae, esteve presente em todos os pontos de coleta desde abril de 2002, adquirindo ainda significativa expressão no trecho intermediário do reservatório (pontos MRN-30 e MRN-40) na campanha de outubro de 2002. *Radiococcus planctonicus*, (Família Radiococcaceae), detectada em Serra da Mesa desde fevereiro de 2002, mostra uma ampla distribuição no reservatório, mas sua expressividade numérica nessa última coleta restringe-se ao ponto MRN-10.

Em maio/2002, *Sphaerocystis schoetaeri* foi registrada com expressiva representatividade, chegando a 67% do total de algas no ponto MRN-10 (6,13E+05 ind./L). Em julho de 2002, essa espécie sofreu uma forte redução, na qual representou apenas 3,5% do conjunto de algas nesse ponto (1,15E+04 ind./L). Essa tendência de redução foi mais acentuada em outubro de 2002, não chegando a ter representatividade numérica no ponto MRN-10. Em contraste, a espécie *Radiococcus planctonicus* esteve ausente nesse trecho do reservatório em maio de 2002; passou a contribuir na coleta seguinte (julho/02) com 3,1% do total nesse ponto (1,02E+04 ind./L), apresentando dominância nessa última coleta com 22,22% (5,09E+07 ind./L). Nos demais pontos, não se constata densidade numérica expressiva de *Radiococcus*.

Na última coleta, verifica-se que no ponto MRN-30 *Sphaerocystis schoetaeri* se destaca entre as algas verdes com 4,24E+07 ind./L (11,51%). No ponto MRN-40, essa espécie perde representatividade, comparecendo com 2,26E+07 ind./L (3,65%) não sendo constatada nos pontos mais próximos à barragem (MRN-50 e BGG-20). Nesses locais, prevalecem no grupo das clorofíceas as algas do gênero *Staurastrum* (*S. orbiculare*, *S. americanum* e *S. quadrangulare*).

Asterococcus limneticus (Família Gloeocystaceae) destaca-se também pela sua ampla distribuição ao longo da represa, sendo registrada com expressividade numérica em outubro de 2002 nos pontos MRN-10 e MRN-40.

Embora pertencentes a famílias distintas, do ponto de vista morfológico os gêneros *Radiococcus*, *Asterococcus* e *Sphaerocystis* guardam semelhanças, formando colônias de algas esféricas envoltas por abundante massa gelatinosa.

De acordo com Taylor et al (1981) e Reynolds (1984), *Sphaerocystis schoetaeri* é frequentemente associada a condições eutróficas, sendo comum em lagos férteis

teve um aumento de 1.320.000.000 ind./L, em out/02, para 2.920.000.000 ind./L em janeiro de 2003.

Os valores obtidos para todas as estações analisadas estão muito acima da faixa de variação características de ambientes oligotróficos que, segundo Margalef (1983), gira em torno de 10^4 e 10^5 células por litro.

Normalmente, as populações de algas verdes apresentam ampla distribuição nos diversos sistemas aquáticos, com exemplares planctônicos e bentônicos. A predominância de determinadas espécies desse grupo podem indicar ambientes que sofreram pequeno grau de interferência das atividades humanas. Ao contrário, sistemas aquáticos que recebem contribuição adicional de nutrientes, especialmente fósforo, introduzidos por esgotos domésticos, fertilizantes, entre outros fatores, favorecem o crescimento de algas azuis, sobretudo as espécies dotadas de heterocistos, que conseguem fixar nitrogênio diretamente do ar atmosférico.

As concentrações de algas azuis (Divisão Cyanophyta) foram ligeiramente superiores em jan/03, quando se compara com a campanha anterior (out/02), em todo corpo principal do reservatório, exceto no ponto MRN-50, sendo registrado expressivo aumento da densidade desse grupo no rio Bagagem (ponto BGG-20).

Na última coleta, a menor concentração de cianofíceas foi obtida a montante da represa, no ponto MRN-10 ($5,89E+07$ ind/L), sendo detectado um aumento no corpo principal da represa, onde foram contabilizados $2,83E+08$ ind/L (MRN-30) e $6,98E+08$ ind/L (MRN-40), uma ligeira redução no ponto MRN-50 ($1,13E+08$ ind/L) e a maior densidade no ponto BGG-20 ($2,45E+09$ ind/L).

Em termos de abundância relativa, as populações de cianofíceas foram dominantes nos pontos MRN-10 (58,1%), MRN-40 (80,5%) e BGG-20 (83,8%). Nos pontos MRN-30 e MRN-50, as algas azuis foram encontradas em proporção relativa de 39% e 41,6%, respectivamente, inferiores àquelas computadas para o conjunto de clorofíceas nesses locais.

Contudo, ressalta-se que, mesmo nos pontos MRN-30 e MRN-50, houve predomínio numérico individual das cianofíceas *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Lyngbia majuscula*. Nesse contexto, *C. raciborskii* parece demonstrar preferência por ambientes lênticos, enquanto que *L. majuscula* tende a obter maior vantagem competitiva nos trechos a montante do reservatório, onde ocorre influência de ambientes de correnteza, como no ponto MRN-10, e também no ponto MRN-30 durante o período chuvoso.

De fato, com exceção do ponto MRN-10, *Cylindrospermopsis raciborskii* apresentou florações em todo o reservatório, atingindo densidades superiores a 100.000.000 células por litro, chegando a representar 83,7% de todo conjunto de

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta 2ª campanha da 2ª etapa da Fase III – Operação do Reservatório (2ª campanha da MULTIGEO) do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa executou os itens para ela programados. A partir desta 2ª etapa faz-se uma avaliação dos parâmetros que estão em desacordo com a classe de enquadramento do corpo d'água, apenas para as amostras de água da superfície do reservatório.

No item precedente foram feitos alguns comentários para cada parâmetro. Neste item faz-se uma avaliação do corpo d'água quanto a sua conformidade às características legais. As águas do reservatório estão enquadradas na Classe 2 da Resolução CONAMA 20. A quase totalidade dos parâmetros apresentou resultados compatíveis com os limites da resolução. A seguir apresentam-se apenas os valores das amostras que estão em desacordo com o preconizado para a Classe 2:

- a) O **oxigênio dissolvido**, no ponto MRN-30 tem-se níveis abaixo de 5 mg/L a partir dos 9 metros de profundidade. Nos pontos MRN-40 e MRN-50, têm-se níveis baixos a partir dos 12 a 14 metros. O ponto BGG-20 neste caso foi o mais crítico, apresentando valores baixos a partir dos 6 metros. Os níveis de OD vem sendo baixos desde monitoramentos anteriores. Apenas para os pontos MRN-30 e MRN-50 ocorreram variações não esperadas, quando comparadas com os outros monitoramentos. O MRN-30, apresentou anoxia na profundidade de 24 metros e o MRN-50 a partir da profundidade de 25 metros.
- b) A **amônia** Os níveis de amônia nos pontos MRN-40, MRN-50 e BGG-20 estão acima dos recomendados pela legislação, ou seja, entre 0,75 a 1,2 mg/L. O ponto mais crítico é o MRN-50 que apresenta 0,82 mg/L na profundidade de 25 metros. É possível que a vegetação imersa no reservatório esteja sofrendo decomposição, produzindo grandes concentrações de amônia. Ou que esteja havendo maiores contribuições das atividades agropecuárias.
- c) **Fósforo total**: os pontos MRN-50 e BGG-20 apresentaram valores altos de 0,05 e 0,07 mg/L, respectivamente. No primeiro ponto ocorreu na profundidade de 50 e 75 metros, diminuindo para 0,03 mg/L a 100 metros. No ponto BGG-20 ocorreram nas profundidades 37,5 e 75 metros. O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, portanto é preciso investigar quais os possíveis focos de contaminação.
- d) **Mercúrio**: Os níveis de mercúrio nesta campanha também apontaram valores muito altos deste parâmetro. O ponto que apresentou maior concentração foi o do braço formado pelo rio Bagagem, cuja concentração foi de 0,0011 mg/L. No monitoramento de julho de 1999 esse ponto também registrou o valor elevado de 0,0014 mg/L, tendo diminuído sua concentração no ano seguinte para valores abaixo do limite de detecção. É possível a ocorrência de garimpo na região, e este pode ser o principal foco de contaminação. Estas altas concentrações indicam que toda a cadeia alimentar pode estar comprometida.



MULTIGEO

Agência Goiana de Meio Ambiente
Folha <u>65</u>
Ass.: <u>[assinatura]</u>

- e) **Alumínio:** O alumínio é outro elemento que se apresenta em altas concentrações no reservatório, variando de 0,28 a 0,33 mg/L.
- f) **Ferro:** A concentração de ferro total nas profundidades (meio e fundo) do ponto MRN-50 estão em inconformidade com a legislação. É possível que o ferro seja uma característica inerente do solo desta região, pois nos monitoramentos anteriores percebem-se concentrações altas deste elemento, apesar da elevada concentração nesta campanha.

De um modo geral, não fica estabelecida no AHE Serra da Mesa uma tendência na composição zooplanctônica em função de suas condições de trofia. Se por um lado existem espécies raras (ou não) que são normalmente associadas com ambientes eutrofizados ou de mesotrofia (*Brachionus angularis*, *B. falcatus*, *Filinia longiseta*, entre os rotíferos; *T. decipiens*, dos copépodos; e *Bosmina cf. longirostris*, *Chidorus sphaericus*, *Ilyocryptus spinifer* e *Simocephalus serrulatus* entre os cladóceros); a maior parte da composição zooplanctônica dominante em densidade, é encontrada normalmente em ambientes oligotróficos.

A caracterização limnológica do local parece incoerente considerando algumas variáveis e poderia ser melhor estabelecida principalmente quanto a distribuição das frações fosfatadas e nitrogenadas e de clorofila, que melhor caracterizariam as diferenças na qualidade da água nos diferentes estratos (considerando inclusive a composição de dominância do zooplâncton) e entre as regiões mais próximas do barramento e as mais distantes, por exemplo.

Períodos sazonais de chuvas e carreamento de substâncias alóctones (externas) devem promover alterações na composição de dominância atual das espécies zooplanctônicas, sendo fundamental seu acompanhamento (se bem monitoradas) para uma interpretação dos padrões sazonais de distribuição do plâncton.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta 4ª campanha da 2ª etapa da Fase III – Operação do Reservatório (4ª campanha da MULTIGEO) do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa executou os itens para ela programados. A partir desta 2ª etapa faz-se uma avaliação dos parâmetros que estão em desacordo com a classe de enquadramento do corpo d'água, apenas para as amostras de água da superfície do reservatório.

No item precedente foram feitos alguns comentários para cada parâmetro. Neste item faz-se uma avaliação do corpo d'água quanto a sua conformidade às características legais. As águas do reservatório estão enquadradas na Classe 2 da Resolução CONAMA 20. A quase totalidade dos parâmetros apresentou resultados compatíveis com os limites da resolução. A seguir apresentam-se apenas os valores das amostras que estão em desacordo com o preconizado para a Classe 2:

- a) **Turbidez:** no ponto MRN-10 foi registrado o valor de 306,5 NTU na superfície. Este resultado provavelmente esteve relacionado com as fortes ocorrências de chuvas no período.
- b) **Cor:** esteve alto nos pontos que sofrem grande influência dos rios Maranhão e das Almas como o MRN-10 e o MRN-30, onde foram detectados valores de 876 e 176 mg Pt/L, respectivamente. Além destes, o ponto PST-10 também apresentou valor alto, 137 mg Pt/L. Estes resultados também podem estar relacionados com a ocorrência de chuvas no período.
- c) **Fósforo total:** alcançou 0,63 mg/L no ponto PST-10 e no MRN-10 0,07 mg/L. A legislação estabelece apenas limite para fosfato total, recomendando que a concentração de fosfato para águas de Classe 2 não exceda 0,025 mg/L.
- d) **Ferro total:** o valor encontrado no ponto MRN-10 está muito além do preconizado pela legislação que é de 0,3 mg/L. Foi registrado 8,93 mg/L, valor este muito maior que o registrado na campanha de out/01 (2,05 mg/L).
- e) **Mercúrio:** nesta campanha foi registrado níveis de mercúrio acima do limite estabelecidos pela legislação nos pontos MRN-10, MRN-40 e MRN-50, cujos valores variaram entre 0,001 e 0,002 mg/L. No ponto BGG-20, nesta campanha foi obtido valor abaixo do limite de detecção. Nos outros pontos portanto, os valores que têm se mantidos altos e indicam a potencialidade de comprometimento de toda a cadeia alimentar.
- f) **Alumínio:** este parâmetro manteve-se alto nesta campanha atingindo o valor 0,25 mg/L no ponto MRN-50, e portanto, em inconformidade com os valores estabelecidos na legislação (0,1 mg/L).

A análise qualitativa do fitoplâncton de Serra da Mesa evidenciou um alto valor de riqueza de espécies, com número de taxa aumentando de montante para jusante no reservatório. O zooplâncton por sua vez, apresentou um aumento na densidade no sentido contrário,

6. A DINÂMICA HIDROBIOLÓGICA DO RESERVATÓRIO

Tendo como base os dados obtidos nas campanhas de julho e de outubro de 2001, torna-se possível estabelecer tendências que revelam atualmente uma condição crítica no reservatório do AHE-Serra da Mesa. No entanto, essa situação deverá ser parcialmente revertida em função das intensas precipitações que normalmente ocorrem nessa época do ano. Em termos gerais, nota-se nos pontos amostrados:

- Profundidade reduzida, devido aos baixos índices pluviométricos registrados nos últimos anos, o que implica em maior tempo de detenção hidráulico e de renovação das vazões afluentes;
- Elevação pronunciada da temperatura na camada superficial das águas, levando à estratificação vertical do lago. Nota-se também que o gradiente térmico existente entre a superfície e o fundo da represa chega a ser superior a 5,0 °C na maior parte dos pontos amostrados;
- Aumento da concentração de oxigênio dissolvido na superfície do reservatório em função da atividade fotossintética proporcionada pelo acúmulo de algas na represa;
- Queda acentuada de OD nas zonas mais profundas, sendo observada uma nítida expansão da região anóxica do AHE Serra da Mesa no intervalo entre as duas campanhas;
- Redução do pH da superfície em direção ao fundo da represa, de acordo com a predominância das atividades de síntese e de decomposição da matéria orgânica;
- Aumento nos valores de DQO, devido à maior concentração de fito e zooplâncton nas águas;
- Maior contribuição de fósforo a partir da área de drenagem dos rios Maranhão e das Almas, zona de intensa atividade agropecuária, cujo aporte ao reservatório foi favorecido pelo início das chuvas. Nota-se também o aumento na concentração de fósforo nas imediações da barragem, resultado da contribuição de todos os tributários da represa;
- O período de chuvas também favoreceu o carreamento de sais de nitrato para o reservatório, principalmente a partir da bacia hidrográfica dos rios Maranhão e das Almas;
- A maior disponibilidade de sais minerais no lago, especialmente de fósforo, associada a altas temperaturas e baixa turbidez na zona de menor turbulência das águas resultou no crescimento maciço de algas, especialmente do grupo de cianofíceas, capaz de fixar o nitrogênio diretamente do ar;
- Entre as algas azuis coletadas no lago, registrou-se a presença de espécies potencialmente tóxicas;
- O aumento no nível de eutrofização do reservatório também foi constatado pela elevação dos teores de clorofila e na composição do zooplâncton, revelando nesta última campanha o predomínio de rotíferos sobre os demais grupos estudados;
- O fenômeno de floração de algas apresenta uma série de inconvenientes aos usos múltiplos das águas que, associado ao processo de decomposição anaeróbia, pode interferir no sistema operacional do AHE-Serra da Mesa;
- Verificou-se também valores de mercúrio incompatíveis com as atividades de pesca praticadas na represa, pois o elemento apresenta elevado potencial de acumulação através da cadeia alimentar.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta 3ª campanha da 2ª etapa da Fase III – Operação do Reservatório (3ª campanha da MULTIGEO) do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa executou os itens para ela programados. A partir desta 2ª etapa faz-se uma avaliação dos parâmetros que estão em desacordo com a classe de enquadramento do corpo d'água, apenas para as amostras de água da superfície do reservatório.

No item precedente foram feitos alguns comentários para cada parâmetro. Neste item faz-se uma avaliação do corpo d'água quanto a sua conformidade às características legais. As águas do reservatório estão enquadradas na Classe 2 da Resolução CONAMA 20. A quase totalidade dos parâmetros apresentou resultados compatíveis com os limites da resolução. A seguir apresentam-se apenas os valores das amostras que estão em desacordo com o preconizado para a Classe 2:

- a) **Fósforo total:** alcançou 0,03 mg/L apenas no ponto MNR-10. A legislação estabelece apenas limite para fosfato total, recomendando que a concentração de fosfato para águas de Classe 2 não exceda 0,025 mg/L.
- b) **Ferro total:** os valores encontrados nos pontos de monitoramento deste parâmetro estão acima do estabelecido pela legislação que é de 0,3 mg/L apenas no formador MRN-10 onde foi registrado 2,05 mg/L. Os valores de ferro nas campanhas anteriores (maio e julho/2001) foram altos junto à barragem formadora do reservatório. Fato novo foi a ocorrência do valor alto no tributário (MRN-10).
- c) **Mercúrio:** em todos os pontos monitorados os níveis de mercúrio estão acima do limite estabelecido pela legislação, ou seja, entre 0,0004 e 0,0011 mg/L. São valores que têm se mantidos altos e indicam a potencialidade de comprometimento de toda a cadeia alimentar. As fontes de contaminação devem ser investigadas, pois o reservatório serve de local para a recreação da população local, no qual se inclui a pesca.
- d) **Alumínio:** este parâmetro manteve-se alto nesta campanha atingindo o valor 0,12 mg/L, e portanto, em inconformidade com os valores estabelecidos na legislação (0,1 mg/L).
- e) **Oxigênio dissolvido:** todos os valores registrados para OD na superfície estiveram acima do estabelecido pela legislação (5 mg/L).

A análise da composição específica e espacial do zooplâncton em outubro de 2001 no AHE Serra da Mesa, apresentou, de modo geral, as mesmas tendências das apresentadas em julho de 2001, principalmente quanto às espécies ocorrentes.

As características, no entanto, de dominância de espécies fitoplanctônicas filamentosas do grupo das cianofíceas (*Cylindrospermopsis raciborskii*) parecem refletir a situação dominante quanto ao aumento de trofia do sistema em relação ao período anterior (Este grupo de algas

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta 7ª campanha da 2ª etapa da Fase III – Operação do Reservatório do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa executou os itens para ela programados. A partir desta 2ª etapa faz-se uma avaliação dos parâmetros que estão em desacordo com a classe de enquadramento do corpo d'água, apenas para as amostras de água da superfície do reservatório.

No item precedente foram feitos alguns comentários para cada parâmetro. Neste item faz-se uma avaliação do corpo d'água quanto a sua conformidade com as características legais. As águas do reservatório estão enquadradas na Classe 2 da Resolução CONAMA 20. A quase totalidade dos parâmetros apresentou resultados compatíveis com os limites da resolução. A seguir apresentam-se apenas os valores das amostras que estão em desacordo com o preconizado para a Classe 2:

- a) **Oxigênio dissolvido:** foi detectado 4 mg/L no ponto MRN-55, enquanto o limite mínimo estabelecido pela legislação para a classe é de 5 mg/L;
- b) **Mercurio:** em todos os pontos monitorados os níveis de mercúrio estão acima do limite estabelecido pela legislação, ou seja, entre 0,0009 e 0,0023 mg/L. São valores que têm se mantidos altos e indicam a potencialidade de comprometimento de toda a cadeia alimentar.

Em termos de composição zooplanctônica, o reservatório de Serra da Mesa permanece com predomínio acentuado do grupo Rotifera e em seguida de Cyclopoida. A referida dominância pode, como dito em relatórios anteriores, indicar uma situação com maior nível de material nutricional de baixa qualidade (cianofíceas) e/ou trofia.

Não parece haver, também em outubro/2002, ocorrências ou densidades de organismos zooplanctônicos que sejam indicativas de ambientes eutrofizados ou comprometidos fortemente por fontes significativas de matéria orgânica. Como já citado nos relatórios anteriores, as florações de cianofíceas conjuntamente com a predominância do grupo dos Rotifera, continua sendo um possível indicador de condições de maior trofia ou tempo de residência das águas, associadas ao predomínio numérico dos Cyclopoida sobre os Calanoida.

A análise qualitativa das amostras de fitoplâncton de Serra da Mesa coletadas em outubro/2002 revelou aumento nas concentrações gerais de algas em todo o reservatório, em relação à coleta de julho/2002, especialmente do grupo das cianofíceas.

A título de comparação, na campanha de outubro de 2001, considerada anteriormente mais crítica em termos de eutrofização, obteve-se no ponto MRN-40 a densidade máxima total de algas, com 156.000.000 ind./L. Na última coleta, os pontos MRN-50 e BGG-20 chegaram a mostrar concentrações da ordem de 1.000.000.000 ind./L, excessivamente elevada mesmo diante do padrão mais crítico até então detectado em Serra da Mesa.

6. DINÂMICA HIDROBIOLÓGICA DO RESERVATÓRIO

A principal característica observada na dinâmica hidrobiológica do reservatório do AHE - Serra da Mesa em janeiro de 2003 refere-se à dominância de cianofíceas sobre as demais comunidades fitoplanctônicas em praticamente todo o reservatório.

Apesar de ter ocorrido uma redução global no número de organismos fitoplanctônicos e zooplanctônicos na represa em relação à campanha de out/02, houve no período floração de algas azuis, especialmente *Cylindrospermopsis raciborskii*, considerada potencialmente tóxica, que atingiu altíssimas concentrações rio Bagagem, superando as densidades obtidas nos períodos considerados muito críticos em termos de qualidade das águas no AHE - Serra da Mesa.

As temperaturas do ar oscilaram entre 25,0 a 30,5 °C nos dias de coleta, sendo ligeiramente inferiores às observadas em out/02 (29 a 32 °C). Mesmo com temperaturas mais amenas, o reservatório manteve em jan/03 uma forte estratificação constatada a partir de aproximadamente 10 metros de profundidade, exceto no ponto MRN-10. O gradiente térmico máximo da coluna d'água foi registrado no ponto BGG-20 (rio Bagagem), atingindo 5,0 °C.

No intervalo entre as duas últimas campanhas de monitoramento, ocorreu um aumento na profundidade máxima de coleta no reservatório, em especial nas proximidades da barragem (ponto MRN-50), que passou de 80 metros (out/02) para 94 metros (jan/03).

Em plena época chuvosa, o trecho mais a montante do reservatório (MRN-10) esteve submetido ao maior aporte de sólidos, maior turbulência e redução da intensidade luminosa no ambiente subaquático. Esses fatores resultaram numa drástica redução no nível de transparência das águas nesse setor, que passou de 5,60 metros em out/02 para apenas 0,10 metros em jan/03. Em contraste, nos demais pontos da represa, sujeitos à menor velocidade de corrente, houve aumento na transparência das águas. No ponto MRN-50, mais próximo à barragem, o nível de iluminação subaquático aumentou de 8,2 para 10,4 metros, no intervalo entre as últimas campanhas.

Foram registradas em jan/03 altas concentrações de oxigênio dissolvido na camada superficial do reservatório, sendo observada uma ligeira queda em relação à campanha anterior em todos os locais amostrados, com exceção do ponto MRN-10. Nesse local, a concentração de oxigênio dissolvido passou de 6,8 mg/L em out/02 para 8,0 mg/L em jan/03. A redução mais acentuada foi observada no ponto MRN-30, sendo registrados valores de 7,9 mg/L e 6,3 mg/L nas duas últimas campanhas, respectivamente.

A acentuada estratificação térmica que ocorreu no reservatório impôs uma forte redução nos níveis de oxigênio dissolvido a partir da camada intermediária em praticamente todo reservatório, tendendo à anaerobiose. Somente o ponto MRN-10 manteve altos níveis de OD, mesmo a 38 metros de profundidade.

Como observado nas campanhas anteriores, nota-se em jan/03 uma redução do pH da superfície em direção ao fundo da represa, que reflete a predominância das atividades de síntese e de decomposição da matéria orgânica. Verifica-se na última campanha que águas do reservatório se tornaram mais ácidas em relação à out/02, inclusive nas camadas intermediárias e profundas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta 8ª campanha da 2ª etapa da Fase III – Operação do Reservatório do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa executou os itens para ela programados. A partir desta 2ª etapa faz-se uma avaliação dos parâmetros que estão em desacordo com a classe de enquadramento do corpo d'água, apenas para as amostras de água da superfície do reservatório.

No item precedente foram feitos alguns comentários para cada parâmetro. Neste item faz-se uma avaliação do corpo d'água quanto a sua conformidade com as características legais. As águas do reservatório estão enquadradas na Classe 2 da Resolução CONAMA 20. A quase totalidade dos parâmetros apresentou resultados compatíveis com os limites da resolução. A seguir apresentam-se apenas os valores das amostras que estão em desacordo com o preconizado para a Classe 2:

- a) **Cor:** no ponto MRN-10 foi detectado 712 mg Pt/L, o limite máximo deste parâmetro é de 75 mg Pt/L;
- b) **Oxigênio dissolvido:** foi registrada a concentração 4 mg/L no ponto MRN-55, enquanto limite mínimo estabelecido pela legislação para a classe é de 5 mg/L;
- c) **Mercúrio** nesta campanha apenas nos pontos MRN-10 e MRN-40 os níveis de mercúrio estão acima do limite estabelecidos pela legislação, ou seja, foram detectados 0,0013 e 0,0020 mg/L, respectivamente. São valores que têm se mantidos altos e indicam a potencialidade de comprometimento de toda a cadeia alimentar.

Em termos de composição zooplancônica, o reservatório de Serra da Mesa permanece em jan/03 com maior diversidade taxonômica, com predomínio acentuado do grupo Rotifera, exceto no trecho a montante (MRN-10), onde há dominância de copépodos da Ordem Cyclopoida.

As florações de cianofíceas juntamente com a predominância do grupo dos Rotifera, associadas ao predomínio numérico dos Cyclopoida sobre os Calanoida continua sendo um possível indicador de condições de trofia do sistema.

Em termos gerais, em jan/03 observa-se uma redução na densidade populacional das comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas em Serra da Mesa, quando comparadas a out/02, devido provavelmente ao maior volume operacional do reservatório e o menor tempo de detenção de suas águas, resultado da época de alta pluviosidade na região. No entanto, o rio Bagagem (BGG-20) apresentou uma altíssima concentração de cianofíceas chegando a concentrações de $2,45E+09$ ind/L, superior à máxima densidade de fitoplâncton já obtida no AHE - Serra da Mesa desde a campanha de monitoramento de julho de 2001.

A título de comparação, na campanha de outubro de 2001, considerada anteriormente a mais crítica em termos de eutrofização, foi obtida no ponto MRN-40 uma densidade total de algas em torno de 156.000.000 ind./L. Em out/02, os pontos MRN-50 e BGG-20 chegaram a apresentar concentrações da ordem de 1.000.000.000 ind./L, excessivamente elevada mesmo

A No 2003

Relatório Técnico
09/06/2004

Volume operacional

diante do padrão mais crítico até então detectado em Serra da Mesa. Essa concentração, no entanto, foi superada pela densidade atual no ponto BGG-20, o que confere ao reservatório uma condição alarmante em termos de qualidade das águas, sobretudo se for considerada a estação do ano, que favorece a diluição de nutrientes minerais.

Essa condição é agravada pela crescente densidade de cianofíceas apontadas como potencialmente tóxicas. Nesse conjunto se destaca *Cylindrospermopsis raciborskii*, espécie cosmopolita e que apresenta vantagem competitiva sobre as demais comunidades de fitoplâncton.

É importante ressaltar que o AHE - Serra da Mesa ocupa a porção mais a montante de um importantíssimo ecossistema que tem como eixo o rio Tocantins. Mesmo levando em conta o baixo índice de utilização das águas dessa bacia para abastecimento público, deve-se considerar que a eventual produção de toxinas poderá atingir animais domésticos e selvagens que usam os rios para dessedentação. Além disso, observa-se na bacia do rio Tocantins a expansão de culturas irrigadas, especialmente frutas, o que poderá gerar eventuais problemas de saúde pública.

Essa situação torna-se mais preocupante à medida que outros reservatórios a jusante apresentarem altas densidades dessas algas, que poderão atingir proporções mais elevadas em um futuro próximo. Se confirmada essa tendência, poderá haver uma repercussão desfavorável do empreendimento perante à comunidade científica e à sociedade civil.

Dada a relevância do ecossistema alimentado pelo rio Tocantins e considerando o alto potencial de uso de suas águas para irrigação de lavouras, é de suma importância que nesse estágio sejam conduzidas pesquisas para avaliar o risco potencial de toxicidade das algas azuis, visando a tomada de eventuais medidas necessárias ao controle de crescimento e dispersão dessas espécies.

Nota-se, inclusive, que a Portaria do Ministério da Saúde n.º 1.469 de 29/12/00 estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, definindo, no caso de tratamento por filtração de água suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização, a obrigatoriedade do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

De acordo com essa lei, são definidos como cianobactérias os microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde. Nesse sentido, a referida Portaria recomenda análises para cianotoxinas incluindo a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

Observa-se no AHE - Serra da Mesa que a vegetação submersa não está totalmente estabilizada, e responde por uma grande parcela dos nutrientes disponíveis nas águas do reservatório, o que requer o acompanhamento limnológico dos sedimentos, através de bioindicadores como os organismos bentônicos, cuja dinâmica é capaz de refletir a disponibilidade de alimentos a partir do fundo da represa.

Projeto de Monitoramento
Folha: 76
Ano: 2004

O reservatório, aparentemente, apresenta-se ainda em um estado de equilíbrio instável, pois alguns parâmetros físico-químicos observados não mantêm correlação direta esperada com os dados de fitoplâncton. Exemplos dos parâmetros físico-químicos são o fósforo, a transparência e a clorofila *a*.

Sugere-se portanto, diante do cenário apontado, no AHE - Serra da Mesa:

- a) A necessidade da continuidade do programa de monitoramento limnológico e da qualidade da água do reservatório, nos moldes atuais ou de preferência mais detalhado, abrangendo análises de alguns parâmetros físico-químicos de outras profundidades (disco de Secchi, "nuvens de clorofila *a*") e pontos;
- b) Realizar também uma avaliação do potencial de toxicidade das algas azuis, enviando amostras para laboratórios especializados;
- c) Introduzir estudo de macroinvertebrados bentônicos para avaliar a dinâmica do sedimento do reservatório;
- d) A avaliação de medidas corretivas para redução do acúmulo de nutrientes da represa, como modelação de comportamento hidráulico que implique no gerenciamento do tempo de detenção das águas, especialmente no período que antecede as primeiras chuvas anuais.