

EM BRANCO

IBAMA/COADIGO
Proc.: 696610
Fla.: 393
Rub.:
Instituto do Meio Ambiente - IBAMA

414.2



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS
NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA
Superintendência do IBAMA em Goiás

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
SUPERINTENDÊNCIA DO IBAMA EM GOIÁS

TERMO DE ABERTURA DE VOLUME

Aos 0 dias do mês de 08 de 2010, procedemos a abertura deste volume n° 3 do processo n° 096770, que se inicia com a folha n° 393.
Subcrevo e assino.

Itallo Mascarenhas Damasceno
Coordenador
Visual



EM BRANCO

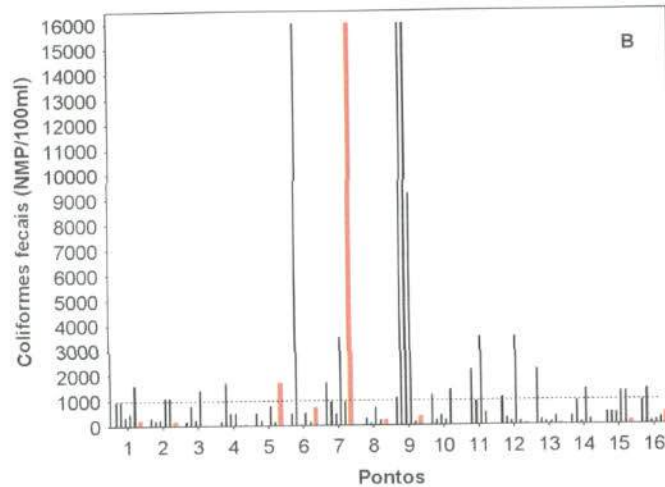


Figura 19. Densidades de coliformes totais (A) e fecais (termotolerantes; B) mensuradas entre fevereiro e dezembro de 2009. A barra destacada em vermelho representa o mês de dezembro de 2009.

5.3. Índice de Qualidade da água (IQA)

Índices de qualidade da água (IQA) são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia geral da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, além de permitir uma comparação entre diferentes cursos d'água. O índice de qualidade de água varia normalmente entre 0 (zero) e 100 (cem), sendo que quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade da água.

O IQA utilizado pela Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA é o mesmo elaborado pela National Sanitation Foundation e adaptado pela CETESB. Este IQA leva em consideração o estabelecimento do abastecimento de água como uso a ser avaliado.

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Coliformes Fecais, Temperatura, pH, Nitrogênio Total, Fostato Total, Turbidez e Resíduo Total.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

EM BRANCO

onde:

IQA = Índice de qualidade das águas. Um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sendo *n* o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A qualidade das águas interiores, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, pode ser classificada em faixas da seguinte forma (critério CETESB):

IQA	QUALIDADE
80 – 100	Qualidade Ótima
52 – 79	Qualidade Boa
37 – 51	Qualidade Aceitável
20 – 36	Qualidade Ruim
0 – 19	Qualidade Péssima

Em dezembro de 2009, a maior parte dos pontos de coleta apresentou valores de IQA indicando “boa” qualidade da água (Tabela 3). Nesse mês, os menores valores de IQA foram registrados nos pontos 5 (rio São Marcos) e 7 (córrego São Domingos), enquanto que os maiores valores foram obtidos nos pontos 13 (córrego Anta Gorda), 1, 16 e 2 (rio São Marcos).

Entre julho de 2007 e dezembro de 2009, os valores de IQA indicaram que o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou “boa” qualidade da água (Figura 20). Os menores valores de IQA foram registrados em fevereiro de 2008 (ponto 4 - 51,6), dezembro de 2008 (ponto 6 - 51,944), fevereiro de 2009 (pontos 5 e 6 - 44,958 e 44,905, respectivamente), abril de 2009 (pontos 1, 2, 4, 5, 6 e 16) e dezembro de 2009 (pontos 5, 7, 11 e 12) (Figura 20).

EM BRANCO



Tabela 3. Índice de Qualidade da Água (IQA) nos pontos de coleta.

Pontos	IQA	Qualidade
1	65,621	Boa
2	65,419	Boa
3	61,589	Boa
4	61,231	Boa
5	42,276	Aceitável
6	58,581	Boa
7	45,000	Aceitável
8	60,942	Boa
9	59,509	Boa
10	52,744	Boa
11	48,144	Aceitável
12	46,629	Aceitável
13	66,652	Boa
14	60,088	Boa
15	64,652	Boa
16	65,566	Boa

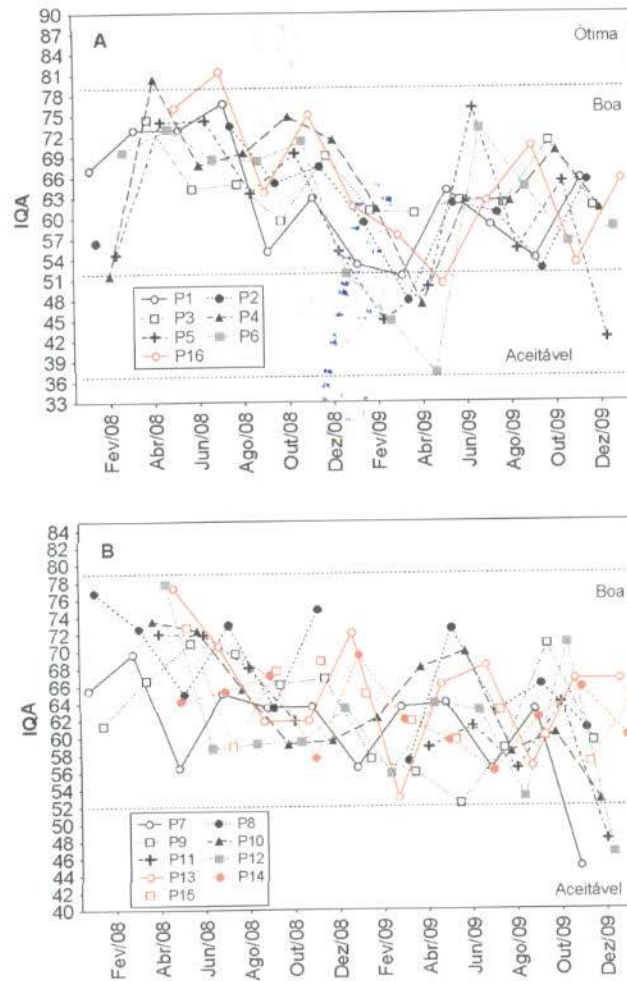


Figura 20. Variabilidade temporal dos valores de IQA (Índice de Qualidade da água) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre fevereiro de 2008 e dezembro de 2009.

EMILIANO

5.4. Variáveis biológicas: plâncton, macroinvertebrados e macrófitas

O simples monitoramento das alterações de variáveis físicas e químicas da água não é um meio seguro de avaliação de impactos, pois, muitas vezes, estas ocorrem em um período de tempo tão curto, que não são detectadas. Por outro lado, o compartimento biótico oferece um registro confiável das pressões naturais ou não, impostas ao sistema, constituindo numa somatória temporal das condições ambientais (Brandinarte et al., 1999).

5.4.1. Fitoplâncton

Composição e riqueza de espécies

A comunidade fitoplanctônica amostrada na área de influência da UHE Serra do Facão, no mês de dezembro de 2009, foi representada por alta diversidade, sendo registrados 129 táxons (Tabela 4), número superior ao verificado no mês de outubro de 2009. No mês de dezembro de 2009 foram registrados 10 grupos taxonômicos.

Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae foram os principais grupos, e representaram 26%, 25% e 20% da composição fitoplanctônica. Estes grupos foram registrados como os mais importantes qualitativamente nos ambientes monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão, durante toda a fase rio, e também têm sido registradas como as mais especiosas em rios e reservatórios.

As clorofíceas foram representadas exclusivamente pela Ordem Chlorococcales, sendo cosmopolitas e favorecidas em ambientes transparentes, com mistura da coluna de água e ricos em nutrientes. As bacilariofíceas foram representadas por táxons meroplanctônicos e ticooplanctônicos, comuns em rios e reservatórios.

As zignemafíceas são favorecidas em águas transparentes e oligotróficas (Reynolds et al., 2002), estando associadas à vegetação litorânea, em especial às macrófitas aquáticas (Murakami et al., 2009). A ocorrência destas algas nos ambientes monitorados provavelmente foi devido à forte influência da região marginal.

EM BRANCO

IBAMA - SÃO PAULO
 Proc.: 696190
 Fls.: 399
 Rub.: 40
 Instituto de Meio Ambiente - IMA

Tabela 4. Táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos de coleta da área de influência da UHE Serra do Facão no mês de dezembro de 2009.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
BACILLARIOPHYCEAE																
<i>Achnanthes</i> sp.			x													x
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.	x					x										
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim.				x			x	x								
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.										x						
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.			x								x					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>granulata</i>												x				
<i>Cocconeis</i> sp.						x										
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grun.) Holk & Klee	x	x	x					x	x		x	x	x	x		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.										x						
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	x	x			x			x					x		x	x
<i>Eunotia</i> sp.							x	x								
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.							x						x			
<i>Fragilaria</i> sp.	x				x	x		x								
<i>Girosygma</i> sp.				x												
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornem.) Ehr.	x															
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	x	x		x			x	x								
<i>Melosira varians</i> Agard.										x						
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.			x					x							x	
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.				x					x							
<i>Navicula</i> sp.			x					x								x
<i>Nitzschia</i> cf. <i>gracilis</i> Hantzsch.	x															
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	x	x								x						x
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	x															
<i>Nitzschia</i> sp.	x	x														
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve					x											
<i>Pinnularia</i> sp.			x			x		x								
<i>Surirella</i> cf. <i>linearis</i> W. Sm.	x				x											
<i>Surirella</i> sp.			x			x		x								
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.	x	x			x		x	x							x	
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.	x	x	x							x	x				x	
Pennales não identificada 1																x
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm.										x						
<i>Borzia</i> sp.				x				x			x	x		x		
<i>Coelomorum tropicale</i> Senn., Peres & Kom.							x					x				
<i>Geitlerinema</i> sp.										x		x				
<i>Komvophoron</i> sp.	x															
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Kom.								x	x		x	x		x		
<i>Radiocystis fernandoi</i> Kom. & Kom.-Legn.				x												
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind.				x								x				
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.							x									
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.															x	
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott	x	x	x													
<i>Closteriopsis</i> sp.			x	x						x	x	x				x
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.				x						x						
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	x		x										x			

EM BRANCO



Tabela 4. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lag.) Am., Friedl & Hegew.		x									x			x		
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) Hegew.														x		
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. et G. S. West) Hegew.				x												
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood			x							x	x			x		
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz					x											
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.		x	x	x						x	x	x				
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Sensu Kom.	x		x							x	x		x	x		
<i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Schm.) Kors.										x						x
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schm.			x										x			x
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.				x					x							
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn.					x											
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom. - Legn.		x														
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.														x		
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	x			x					x	x	x	x	x	x		x
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom. - Legn.													x			x
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Kom. - Legn.									x		x					
<i>Nephrocystium lunatum</i> W. West					x											
<i>Pandorina morum</i> (F. Muller) Bory	x		x	x						x	x	x	x	x		x
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.										x						
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.	x	x	x													x
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turp.) Kutz.																x
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.																x
<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehr.) Chod.										x	x					x
<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chod.				x						x						
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourr.										x						
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.										x	x					
Chlorococcales não identificada 1				x									x			
CHRYSTOPHYCEAE																
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.			x	x		x				x	x		x	x		
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.					x		x				x		x	x		x
<i>Mallomonas</i> sp.	x			x	x					x	x		x	x		
<i>Synura</i> sp.	x	x	x	x						x	x	x		x		
Chrysophyceae não identificada			x		x					x	x	x	x	x		
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Euglena</i> sp.		x			x								x			
<i>Lepocinclis acus</i> Ehr.													x			
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.												x	x			
<i>Phacus caudatus</i> Rub.								x								
<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Defl.													x			
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehr.) Stein var. <i>steinii</i> Lemm.													x			
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein													x			
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.													x			
<i>Trachelomonas similis</i> var. <i>spinosa</i>					x								x			
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.		x														
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.													x			
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.				x									x			x

EM BRANCO

Tabela 4. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.		x		x							x	x	x			x	
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehr. Emend. Pen.		x									x	x					
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja		x		x							x	x	x			x	
<i>Cryptomonas</i> sp.		x		x	x			x	x	x	x	x	x	x		x	
ZYGNEMAPHYCEAE																	
<i>Actinotaenium perminutum</i> (G.S. West) Teil.												x				x	
<i>Closterium acutum</i> (Cling.) Breb.		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	
<i>Closterium</i> sp			x														
<i>Cosmarium contractum</i> Kirch.											x	x	x				
<i>Cosmarium denticulatum</i>					x												
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.					x												
<i>Cosmarium spagnicolum</i> West & West												x			x		
<i>Desmidium</i> sp.								x									
<i>Staurastrum brachiatum</i> Ralfs.											x	x					
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.					x						x						
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs												x					
<i>Staurastrum leptacanthum</i> Nordst.											x	x					
<i>Staurastrum margaritaceum</i> (Ehr.) Breb.											x	x				x	
<i>Staurastrum muticum</i> (Bréb.) & Ralfs											x	x					
<i>Staurastrum polymorphum</i> Breb.					x												
<i>Staurastrum quadrangulare</i> Bréb.											x	x				x	
<i>Staurastrum rotula</i> Nordst.																	
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordst.												x					
<i>Staurastrum cf. stelliferum</i> Borge																	
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetracerum</i>		x	x		x									x		x	
<i>Staurastrum</i> sp 1					x						x	x		x			
<i>Staurastrum</i> sp.					x												
<i>Staurodesmus dickiei</i> (Thén- Marc.) Teil												x					
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.													x			x	
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Breb.) Teil.					x	x					x			x	x		
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.						x					x			x			
DINOPHYCEAE																	
<i>Peridinium</i> sp.					x					x		x				x	
<i>Peridinium</i> sp 1					x	x											
OEDOGONIOPHYCEAE																	
<i>Oedogonium</i> sp.						x			x						x	x	x
XANTHOPHYCEAE																	
<i>Gonyochloris cochleata</i> Pasc.											x						
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja												x					
<i>Xanthidium armatum</i> (Breb.) Rab.																	
<i>Xanthidium regulare</i> Nordst.												x					
<i>Xanthidium</i> sp.																	

Euglenophyceae contribuiu com 8% para o total de táxons registrado, representada principalmente por *Trachelomonas* sp. As euglenofíceas ocorreram quase que exclusivamente no ponto 12, situado no córrego Buracão, o que sugere uma maior concentração de matéria orgânica no mesmo, uma vez que estas algas são favorecidas em condições de alta DBO.

EM BRANCO

Cyanobacteria representou 6% do total de táxons, demonstrando um decréscimo na participação deste grupo no mês de dezembro, quando comparado aos meses de agosto e outubro de 2009. Foram registrados táxons tipicamente planctônicos e toxigênicos, como *Aphanizomenon*, *Coelomorum* e *Radiocystis* (Tabela 4).

Foram registrados altos valores de riqueza de espécies nas amostras do rio São Marcos, com média de 12 táxons por amostra e variação de 2 no ponto 6 a 21 no ponto 1 (Figura 21, Tabela 4). Nos demais pontos, a riqueza de espécies variou de 2 táxons no ponto 15, situado no córrego Pirapetinga, a 25 táxons no ponto 11, situado no ribeirão dos Pires. Estes valores de riqueza são similares aos verificados durante toda a fase rio da UHE Serra do Facão e podem ser considerados comuns em sistemas lóticos. Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Cryptophyceae apresentaram maior contribuição à riqueza em dezembro de 2009 (Tabela 4, Figura 22).

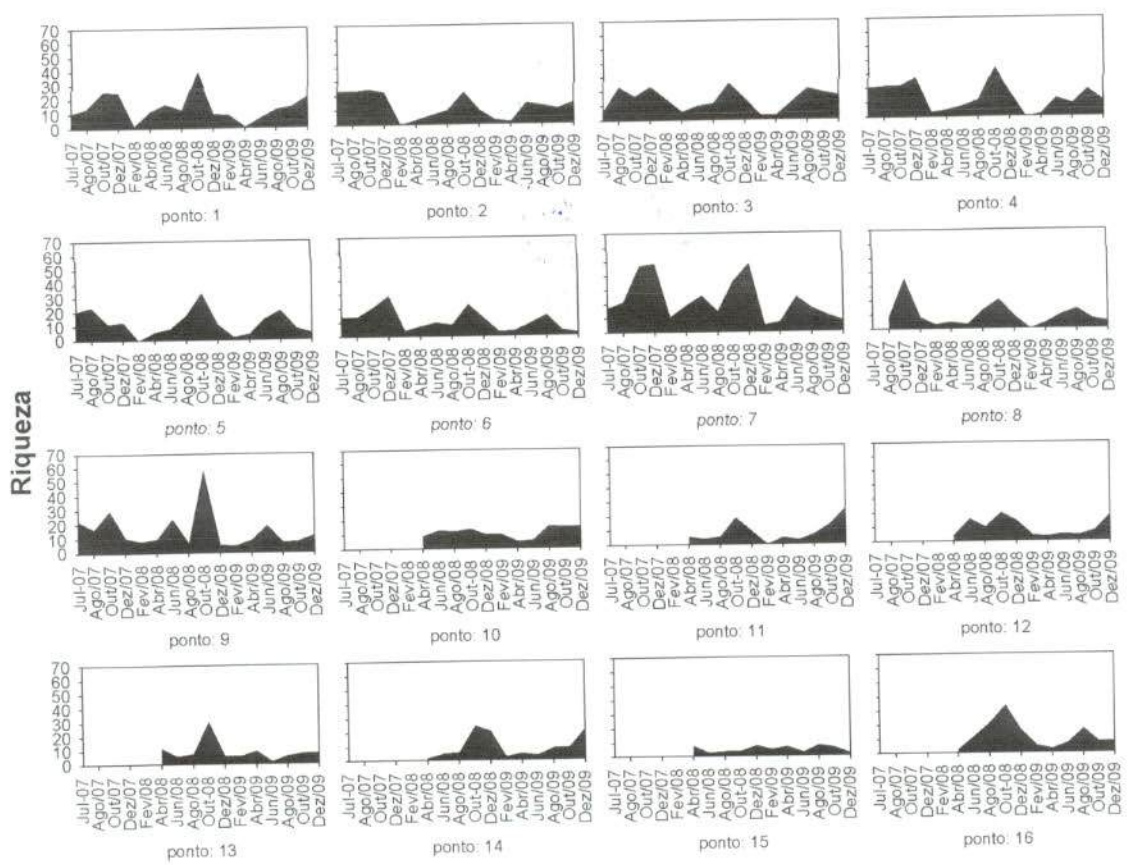


Figura 21. Riqueza da comunidade fitoplanctônica nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO

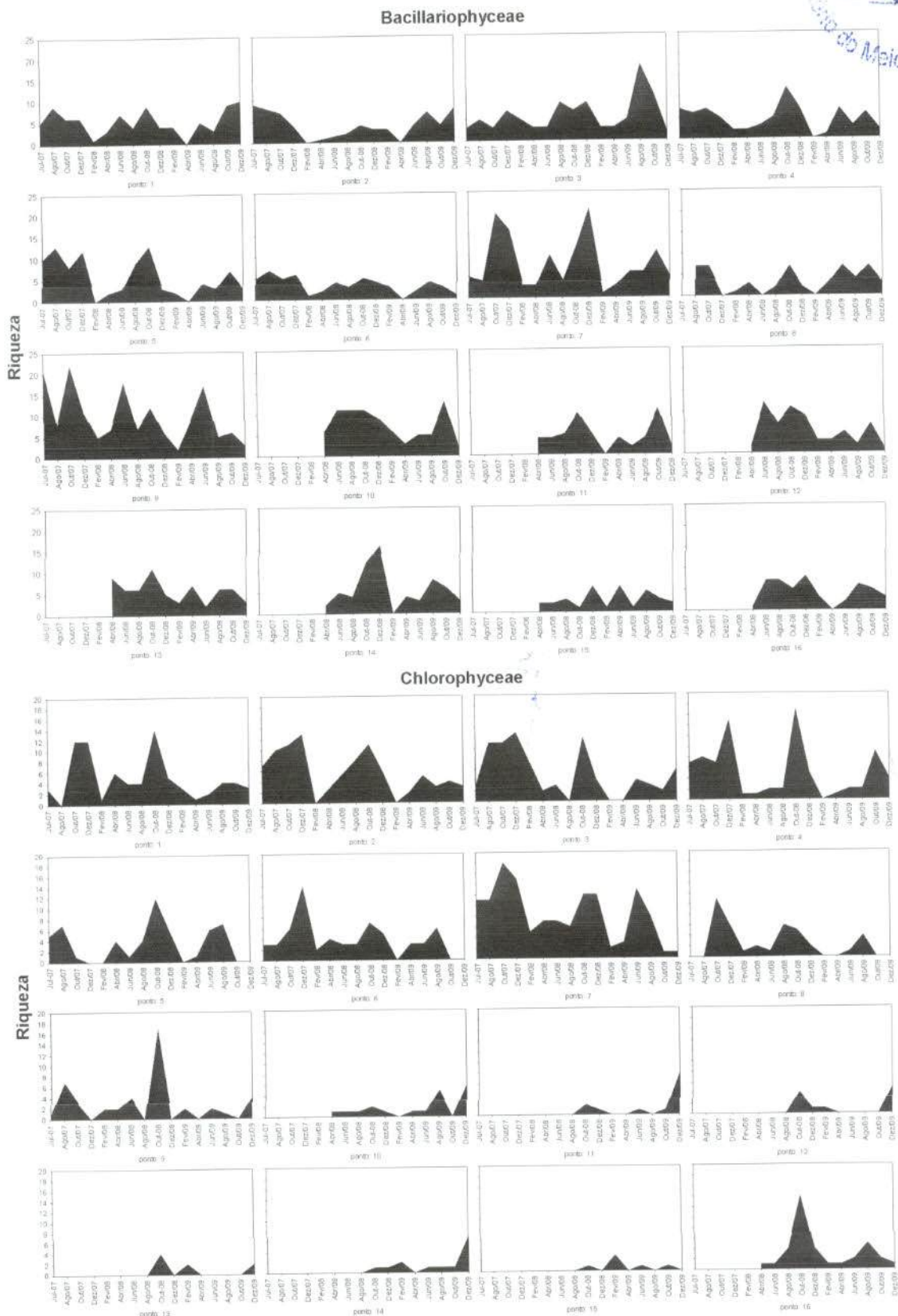


Figura 22. Riqueza dos principais grupos fitoplanctônicos nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO

696100
403
7/11
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - MMA

Densidade e biomassa fitoplanctônica

Seguindo o padrão verificado para a área de influência da UHE Serra do Facão nos meses anteriores, foram registrados baixos valores de densidade (Figura 23, Tabela 5) e biomassa fitoplanctônica em dezembro de 2009 (Figura 3), sendo estes inferiores a 400 ind.mL^{-1} e $0,5 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$, na maioria das amostras. Elevados valores ocorreram no ponto 9, situado no córrego Fundo, a 100 metros de sua Foz no rio São Marcos, a jusante da barragem (Figura 23).

De acordo com os critérios propostos por Vollenweider (1968) para caracterização trófica dos ambientes, os valores de biovolume fitoplanctônico registrados durante todo o período de estudo, caracterizaram condições de oligotrofia ($< 2 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) em todos os pontos, exceto nos pontos 13 e 15 no mês de outubro de 2008 e no ponto 13 no mês de dezembro de 2009 (Figura 23).

Os baixos valores registrados são comuns em sistemas lóticos, haja vista que a comunidade fitoplanctônica é fortemente limitada pela vazão e outras variáveis relacionadas à velocidade de fluxo da água, especialmente o transporte de sólidos suspensos e a atenuação da luz (Reynolds, 1995; Salmaso e Zignin, 2010), a despeito de estes sistemas apresentarem altas concentrações de nutrientes, e nestes também serem baixas as taxas de herbivoria pelo zooplâncton (Reynolds e Descy, 1996). Esta limitação do desenvolvimento fitoplanctônico pode ser menos intensa em períodos de menor vazão e em regiões de menor fluxo ao longo dos rios.

Em dezembro de 2009, as bacilariofíceas, zygnefáceas, clorofíceas e criptofíceas apresentaram maior contribuição à densidade e biomassa (Figuras 24, 25, 26 e 27). As bacilariofíceas e zygnefáceas foram constituídas principalmente por táxons picoplânctônicos, os quais são arrastados da vegetação marginal e do sedimento, devido à alta velocidade de corrente. As clorofíceas e zygnefáceas são favorecidas em condições de maior transparência da água (Haphey-Wood, 1988; Reynolds et al., 2002).

EM BRANCO

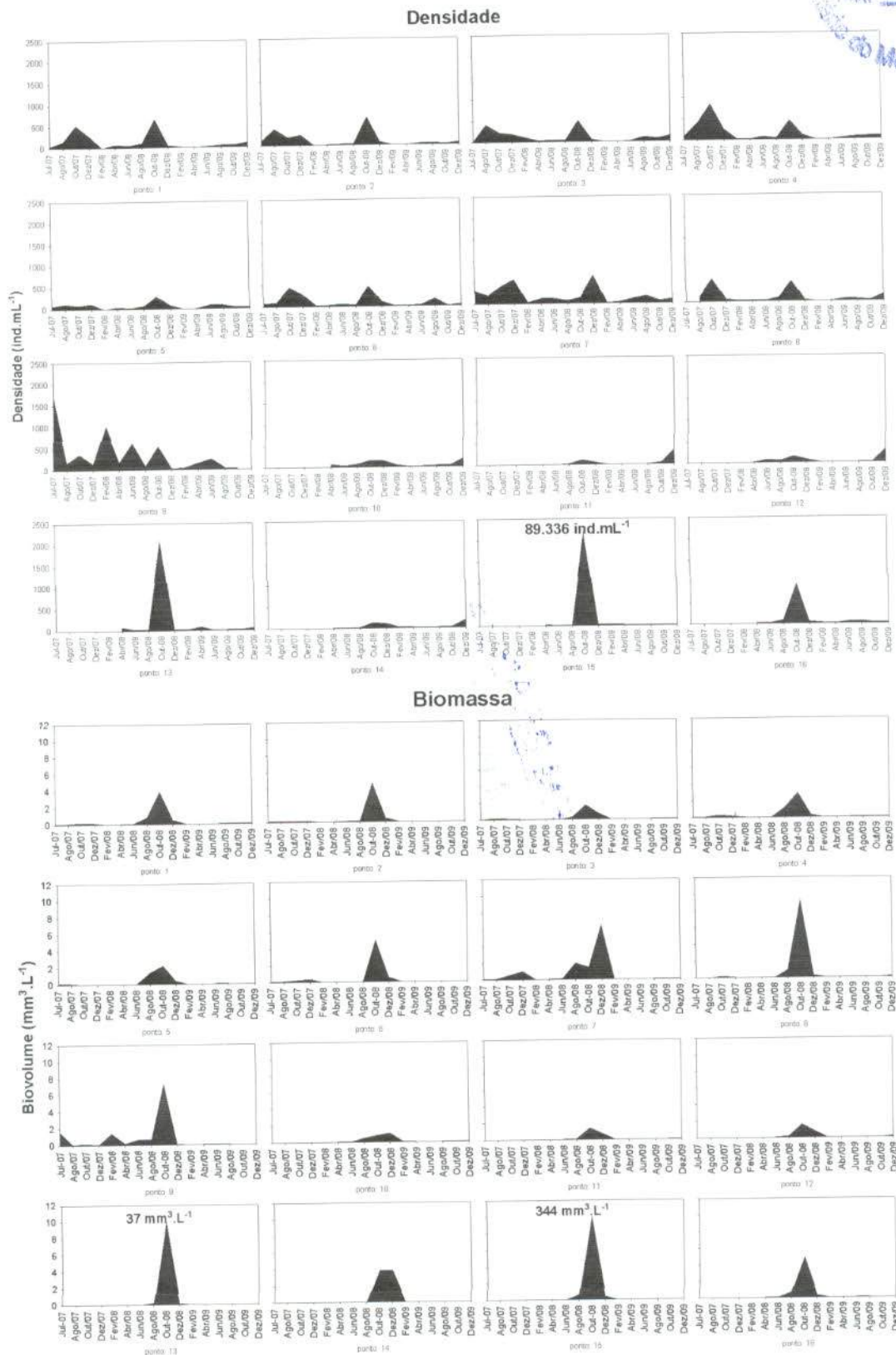


Figura 23. Variação temporal e espacial da densidade e Biovolume fitoplanctônico nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valores máximos de densidade e biovolume no ponto 15 e biomassa nos pontos 13 e 15, no mês de outubro de 2008).

EM BRANCO



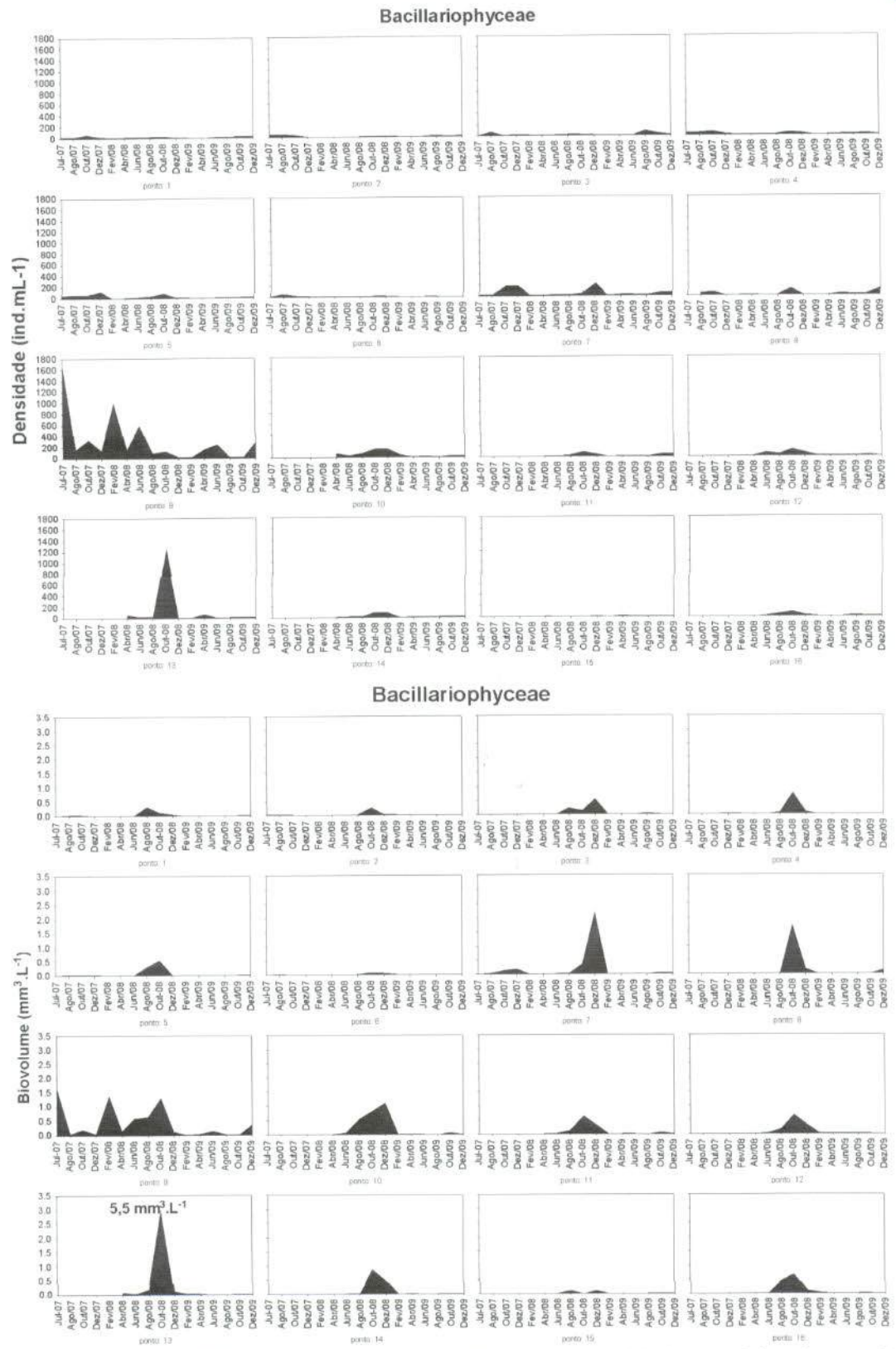


Figura 24. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Bacillariophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM BRANCO

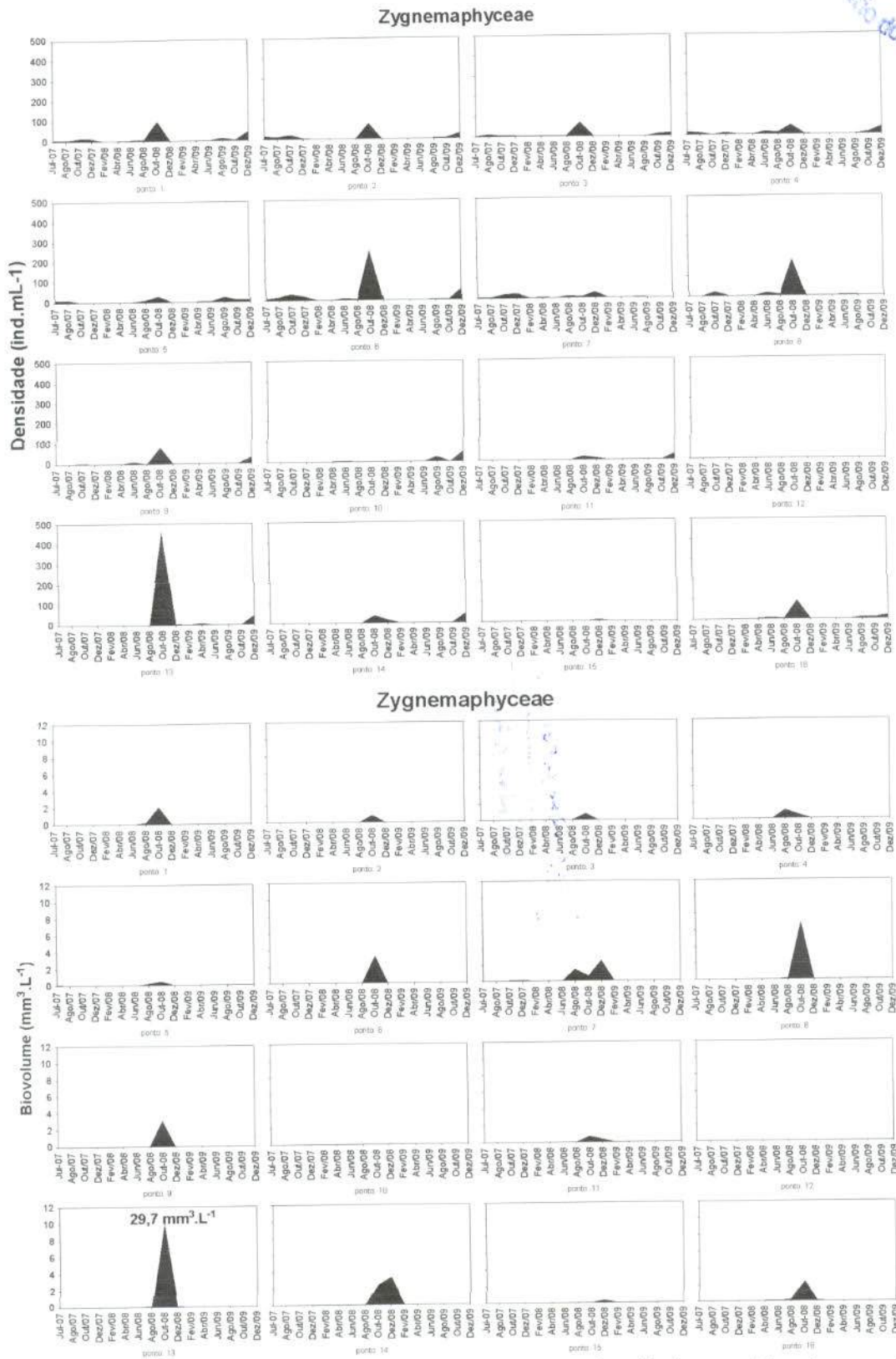


Figura 25. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Zygemaphyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO



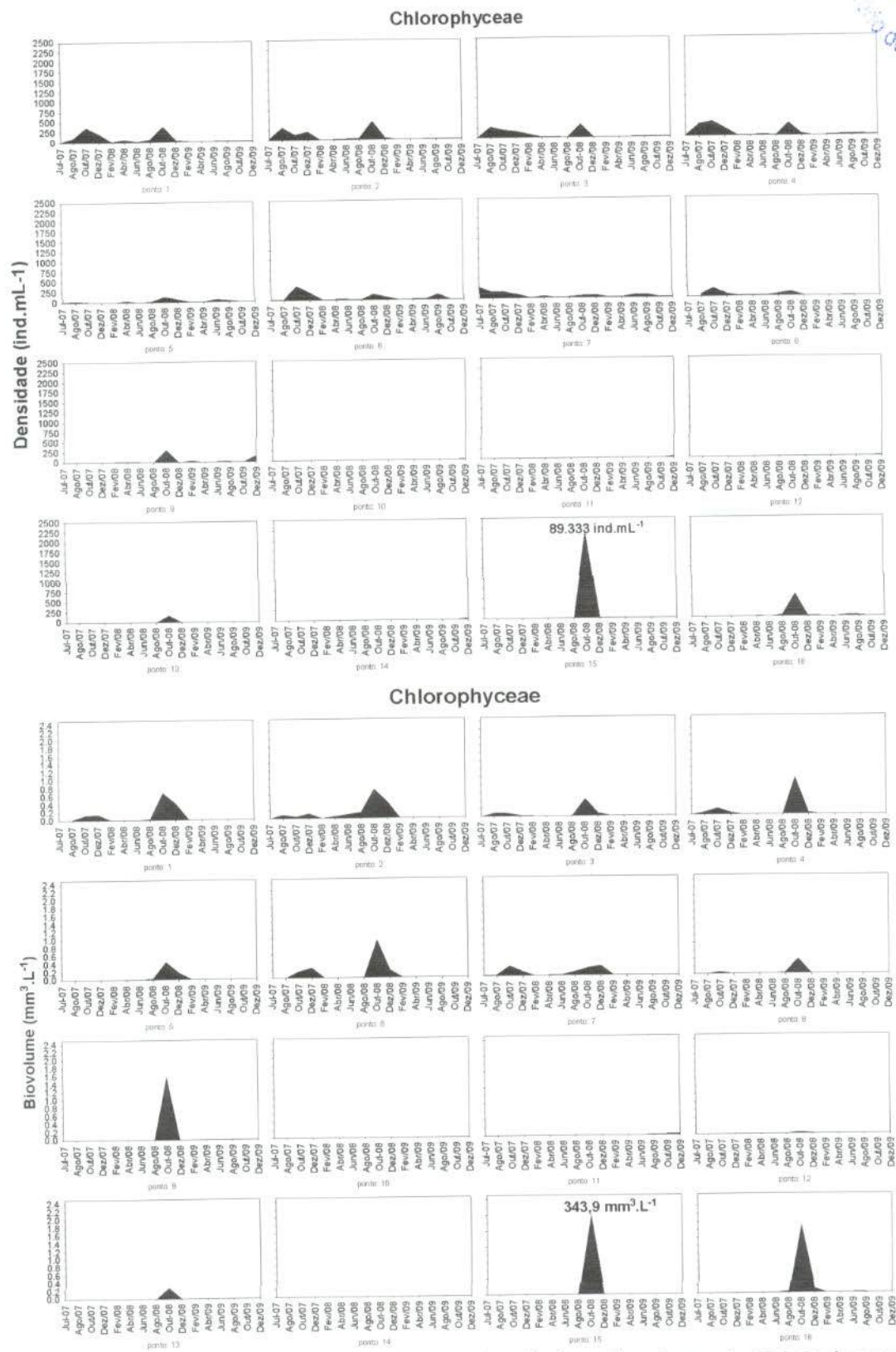


Figura 26. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Chlorophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO

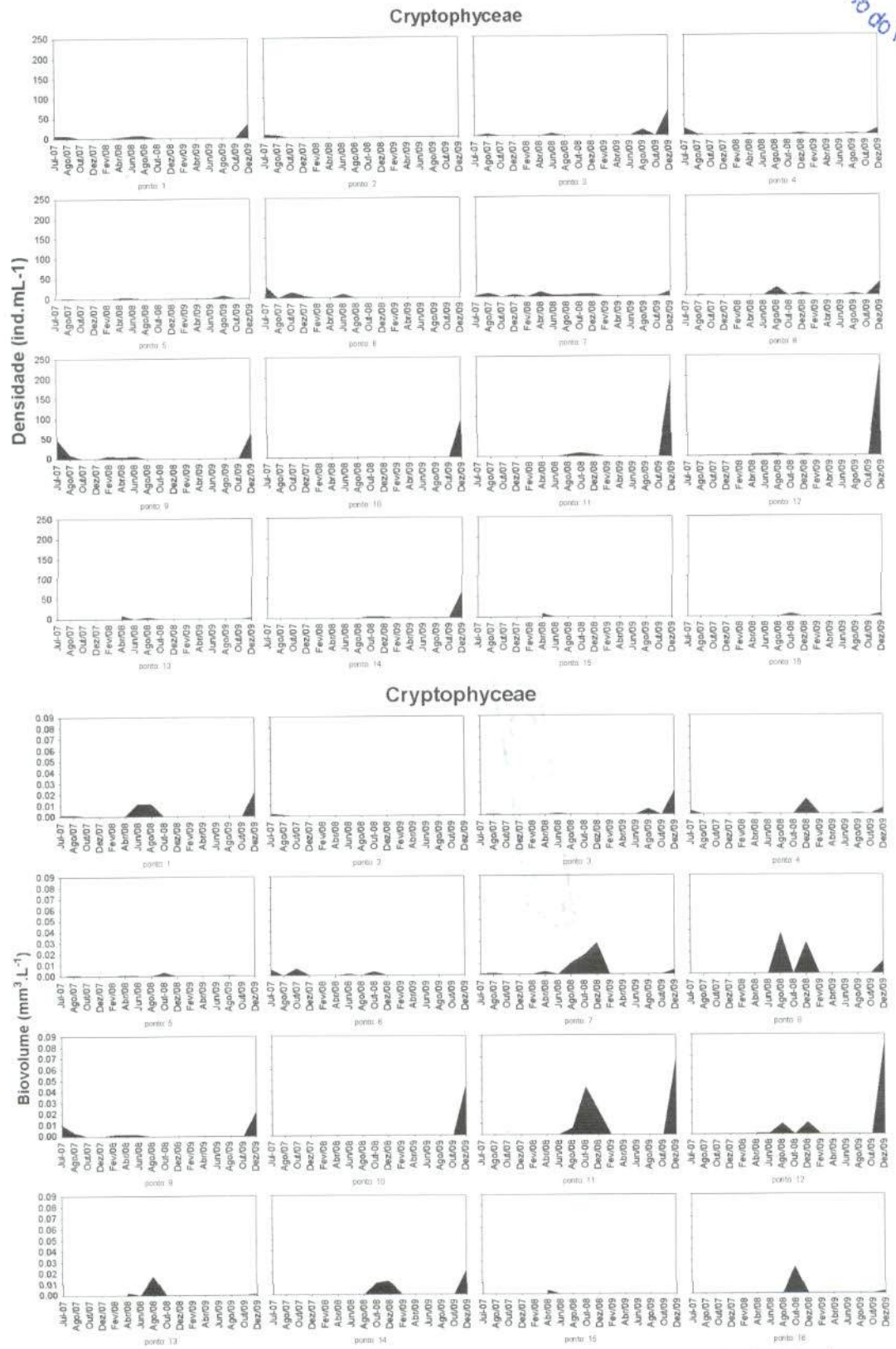


Figura 27. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Cryptophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM BRANCO



IBAMA/GOIÁS
 Proc.: 696/10
 Fl.: 609
 Rub.:
 do Meio Ambiente - MMA

Tabela 5. Densidade dos táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos de coleta da área de influência da UHE Serra do Facão (GO), no mês de dezembro de 2009.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
BACILLARIOPHYCEAE																
<i>Achnanthes</i> sp.		6														
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.	3					1										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.									221							
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grun.) Holk & Klee		3	1					63			31	3	6	7		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.										3						
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	3	3						32					3		11	3
<i>Eunotia</i> sp.							1									
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.							12						3			
<i>Fragilaria</i> sp.	3				6											
<i>Girosygma</i> sp.				4												
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	3	3		4				12								
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.								23								
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.									32							
<i>Navicula</i> sp.		3														3
<i>Nitzschia cf. gracilis</i> Hantz.	3															
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	3	3							32							1
<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.	3															
<i>Nitzschia</i> sp.	1	3														
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve					6											
<i>Surirella</i> sp.								32								
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.					6		12									1
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.	1	3	19							19	14				3	
Pennales não identificada 1																3
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm.									4956							
<i>Borzia</i> sp.											7	3			3	
<i>Geitlerinema</i> sp.										32		3				
<i>Komvophoron</i> sp.	3															
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Kom.								1			3	13				
<i>Snowella atomus</i> Kom. & Hind.				1								3				
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.							12									
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott	3	3	3													
<i>Closteriopsis</i> sp.			3													
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.			3						32		3	3	6			3
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.													3			
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lag.) Am., Friedl & Hegew.																3
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood																3
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.																
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Sensu Kom.														3		
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.										1						
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn.					4											
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.																
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Kom.-Legn.		3														3
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	3			7					63	3	14	1	1	1	7	

EM BRANCO

IBAMA CODIGO
 Proc.: 696/10
 Fl.: 410
 Rub.: A
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

Tabela 5. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.												3		14		
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Kom.-Legn.									63		3					
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.										3						
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.	3	3	9												1	
<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.				4											7	
<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehr.) Chod.										3	3			7		
<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chod.			3							3						
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.										13	3					
Chlorococcales não identificada 1				1									6			
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.		3	3		1							3				
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.												1		3		3
<i>Mallomonas</i> sp.	3			4								10	3	3		
Chrysophyceae não identificada		1								1	7					
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Euglena</i> sp.													6			
<i>Lepocinclis acus</i> Ehr.													9			
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.													3			
<i>Phacus caudatus</i> Rub.							12									
<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Defl.													3			
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.													3			
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	3															
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.			3										3		3	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.	3		9								19	34	13		3	
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehr. Emend. Pen.	3										3	1				
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	3		22								19	92	16		7	
<i>Cryptomonas</i> sp.	27		32	15			12	32	63	54	72	205	3	52		7
ZYGNEMAPHYCEAE																
<i>Actinotaenium perminutum</i> (G.S. West) Teil.												3			7	
<i>Closterium acutum</i> (Cling.) Breb.	44	22	16	37	13	53			32	44	24		44	31		17
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.				1												
<i>Cosmarium spagnicolum</i> West & West													3		7	
<i>Staurastrum polymorphum</i> Breb.		3														
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetracerum</i>	1									6						
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Breb.) Teil.												3		3		1
DINOPHYCEAE																
<i>Peridinium</i> sp 1			3	4												
OEDOGONIOPHYCEAE																
<i>Oedogonium</i> sp.															3	
XANTHOPHYCEAE																
<i>Goniochloris cochleata</i> Pasc.										32						
<i>Xanthidium armatum</i> (Breb.) Rab.			6													

EM BRANCO



5.4.2. Zooplâncton

Composição

As análises qualitativas das amostras zooplanctônicas, coletadas em dezembro de 2009, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, revelou a ocorrência de 64 espécies, destacando-se, para este mês, os protozoários testáceos com 28 espécies, seguidos por rotíferos, com 26 espécies, e cladóceros e copépodes com 5 espécies cada (Tabela 6).

Este resultado evidencia uma redução marcante no número total de espécies para a área de estudo, nesta fase do monitoramento, comparada aos períodos anteriores de amostragem, quando vinham sendo registradas por volta de 80 espécies para a área amostrada. Esta redução se deveu, essencialmente, à diminuição do número de espécies de protozoários testáceos, que em períodos anteriores de amostragem apresentavam, em geral, cerca de duas vezes mais espécies, com valores próximos a 50 espécies.

Esta redução no número de testáceos está, certamente, associada às alterações hidrodinâmicas determinadas pelo fechamento do reservatório. Como já amplamente discutido anteriormente, os testáceos são organismos preferencialmente associados à algum substrato (vegetação marginal e sedimento) e são extremamente importantes na organização da comunidade zooplanctônica em ambientes com elevada velocidade de corrente, onde formas tipicamente planctônicas têm seu desenvolvimento limitado pela velocidade de corrente que, por outro lado, arrasta uma grande quantidade de espécies do sedimento e região litorânea para a coluna de água destes ambientes. Assim, com a mudança nas condições hidrodinâmicas, após o represamento, que determina reduções expressivas na velocidade de corrente, a redução da participação de testáceos, em termos de número de espécies, nas amostras de plâncton, já era um resultado previsível.

De qualquer forma, mesmo com a redução na velocidade de corrente, em diferentes regiões da área de estudo, os protozoários testáceos foram ainda registrados como grupo mais especioso (apesar de os rotíferos terem sido quase tão especiosos quanto os testáceos). Tal resultado se deve,

EM BRANCO



certamente, à manutenção de áreas predominantemente lóoticas no delineamento amostral.

Tabela 6. Inventário das espécies e suas respectivas densidades (ind.m⁻³) registradas nas amostras de zooplâncton, em dezembro de 2009, na área de influência do futuro reservatório de Serra do Facão.

GRUPOS	FAMILIAS	ESPECIES/PONTOS	P1	p2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	
Testáceos	Arcellidae	<i>Arcella artocrea</i>						20									10		
		<i>A. discoides</i>	20	10			10	20	20	80	10				40		1	40	10
		<i>A. costata</i>	10				10	40										60	
		<i>A. gibbosa</i>																30	
		<i>A. hemisphaerica</i>					10										5	10	
		<i>A. vulgaris</i>					20	20		40					20				
	Centropyxidae	<i>Centropyxis cf. aerophyla</i>													20				
		<i>C. aculeata</i>	10	40			30	160	40	160	40							110	60
		<i>C. cf. cassis</i>																	1
		<i>C. ecomis</i>	10	20			20	20	20	40	20							40	30
		<i>C. constricta</i>		1				20		1	10							10	10
		<i>C. marsupiformis</i>		1							1	1							
		<i>C. platystoma</i>					10												
		<i>C. cf. spinosa</i>							40										
	Trigonopyxidae	<i>Cyclopyxis kahli</i>							60		120	1						20	
		<i>Trigonopyxis arcuata</i>							20										1
	Plagiopyxidae	<i>Plagiopyxis sp.</i>						60				1						10	
	Diffugiidae	<i>Diffugia acuminata</i>						20										1	
		<i>D. corona</i>						20		1	1				40				
		<i>D. echinulata</i>						10				40							1
<i>D. globularis</i>			10																
<i>D. cf. gramen</i>					1		20												
<i>Diffugia sp.</i>			10			10	1	10	1										
<i>Pontigulasia compressa</i>																		40	
<i>Euglypha acantophora</i>							1												
Hyalosphaenidae	<i>Heleopera petricola</i>										1							1	
	<i>Nebella sp.</i>										40								
	<i>L. spiralis</i>			1													1	1	
TOTAL TECAMEBAS			50	93	0	1	150	522	91	565	83	0	0	120	0	6	343	114	
Rotíferos	Brachionidae	<i>Brachionus budapestinensis</i>							1										
		<i>B. falcatus</i>															5		
		<i>B. quadridentata</i>				60					10				560	30			
		<i>Keratella americana</i>	10	1	30								60						
		<i>K. cochlearis</i>	10		30	1							40	1		1	5		
		<i>Plathyas quadricornis</i>				150						10			1	370	45	1	
	Conochilidae	<i>Conochilus coenobasis</i>				20					10		10	20	30				
	Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>		1		1	320						1		140				
	Hexarthridae	<i>Hexarthra mira</i>															5		
		<i>Filinia longiseta</i>				1	1												
	Floscularidae	<i>F. terminalis</i>													480				
		<i>Lecane bulla</i>		10	1	1	10			1		1			40	1	15		
		<i>L. cornuta</i>										1							
	Lecanidae	<i>L. curvicornis</i>																	1

EM BRANCO



Tabela 6. Continuação.

GRUPOS	FAMILIAS	ESPECIES/PONTOS	P1	p2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	
Rotíferos	Lecanidae	<i>L. ludwigi</i>		10															
		<i>L. papuana</i>							30										
	Notomatidae	<i>Cephalodella</i> sp.										1			10				
		<i>Monommata</i> sp.													10				
	Philodinidae	Bdeloidea	10		10	60	1	1	1	40	2	20		60	20	60		10	
	Sididae	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>										10							
	Sinchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	10	10	10	40						60	10		140	55			
	Proalidae	<i>Proales</i> sp.	1																
	Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>		10															
	Trichocercidae	<i>Manfredium eudactylosum</i>															5		
		<i>Trichocerca cilindrica</i>								20									
	Trochosphaeridae	<i>Trochosphaera</i> sp.				1													
	TOTAL ROTÍFEROS			52	32	104	642	1	1	53	41	45	181	21	1161	752	195	1	10
	Cladóceros	Bosminidae	<i>Bosmina hagdmani</i>	30	30	20	1						20	5		30			
<i>Bosminopsis deitersi</i>			90	90	760	290			10				380	25	1	810	30		30
Daphnidae		<i>Ceriodaphnia cornuta</i>				20		2			20			20			2		
Chydoridae		<i>Alona</i> SP.				10		1											
Moinidae		<i>Moina minuta</i>	1	10	20	110						40	2		##	10			
TOTAL CLADÓCEROS			121	130	800	431		3	10		20	440	32	21	1910	42		30	
Copépodes	Cyclopidae	<i>Paracyclops cf. chiltoni</i>				1													
		<i>Thermocyclops minutus</i>		10	10							1			10				
		<i>T. decipiens</i>		40	50							7	5	20	10				
		<i>Tropocyclops cf. prasinus</i>	10																
	Diaptomidae	Nauplio de cyclopoida	510	160	710	90	10	2	20	40	10	780	45	60	60	35	10	40	
		Copepodito de cyclopoida	20	70	20	20		1		1	10	20	5	1	40	5		20	
		<i>Notodiaptomus</i> sp.										10						10	
		Nauplio de calanoida			30	30					3	40	5		30	5		10	
Copepodito de calanoida											30				5		10		
TOTAL COPÉPODES			540	280	820	141	10	3	20	41	63	848	60	81	150	50	10	90	

Em dezembro de 2009, os protozoários testáceos estiveram representados por 7 diferentes famílias, destacando-se, como em toda a fase pré-represamento, os Diffugiidae, Arcellidae e Centropyxidae (Tabela 6). Como discutido em relatórios anteriores, o predomínio destas famílias entre os testáceos tem sido um padrão recorrente para a área de estudo e corrobora os resultados obtidos em diferentes compartimentos de distintos ambientes dulcícolas brasileiros, como lagos, rios e reservatórios (Velho et al., 1999; Vieira et al., 2007, Lansac-Tôha et al., 2007).

Neste último período de amostragem, os rotíferos estiveram representados, novamente, por 14 famílias, destacando-se, mais uma vez, os Lecanidae e Brachionidae como famílias mais especiosas (Tabela 6). Como

EM BRANCO



amplamente discutido em relatórios anteriores, estas famílias figuram, via de regra, como as mais importantes do zooplâncton, em número de espécies, em ambientes dulcícolas neotropicais (Lansac-Tôha et al., 2004).

Entre os microcrustáceos, os cladóceros estiveram representados por 4 famílias destacando-se, em dezembro, os Bosminidae (Tabela 6). Os bosminídeos são tipicamente planctônicos e tem caracterizado o zooplâncton de lagos e reservatórios tropicais. Como registrado ao longo de todo o monitoramento, em dezembro os copépodes, estiveram representados principalmente pela família Cyclopidae, com 4 espécies, enquanto que os diatomídeos, foram representados por apenas uma espécie (Tabela 6).

Riqueza de espécies

Em dezembro de 2009, também para a riqueza de espécies (ou seja, número de espécies por unidade amostral) foi observada uma redução expressiva em seus valores. Neste sentido, em dezembro os valores de riqueza variaram entre 8 e 19 espécies (Figura 28), com uma riqueza média de 14 espécies para a área de estudo. Estes valores são bem inferiores aos registrados em outubro, quando o valor máximo de riqueza foi o dobro do registrado em dezembro (38 espécies), com uma média de 23 espécies para a área de estudo.

Tal redução na riqueza de espécies também se deveu, muito provavelmente, às mudanças hidrodinâmicas determinadas pelo represamento, e uma conseqüente redução na contribuição de espécies não planctônicas com testáceos, e alguns rotíferos e cladóceros (como discutido para a composição de espécies), que na fase pré-represamento representavam grande parte da comunidade zooplanctônica.

Especialmente, os resultados de riqueza foram, em geral, pouco variáveis, ou, pelo menos, menos variáveis que o observado no período pré-represamento.

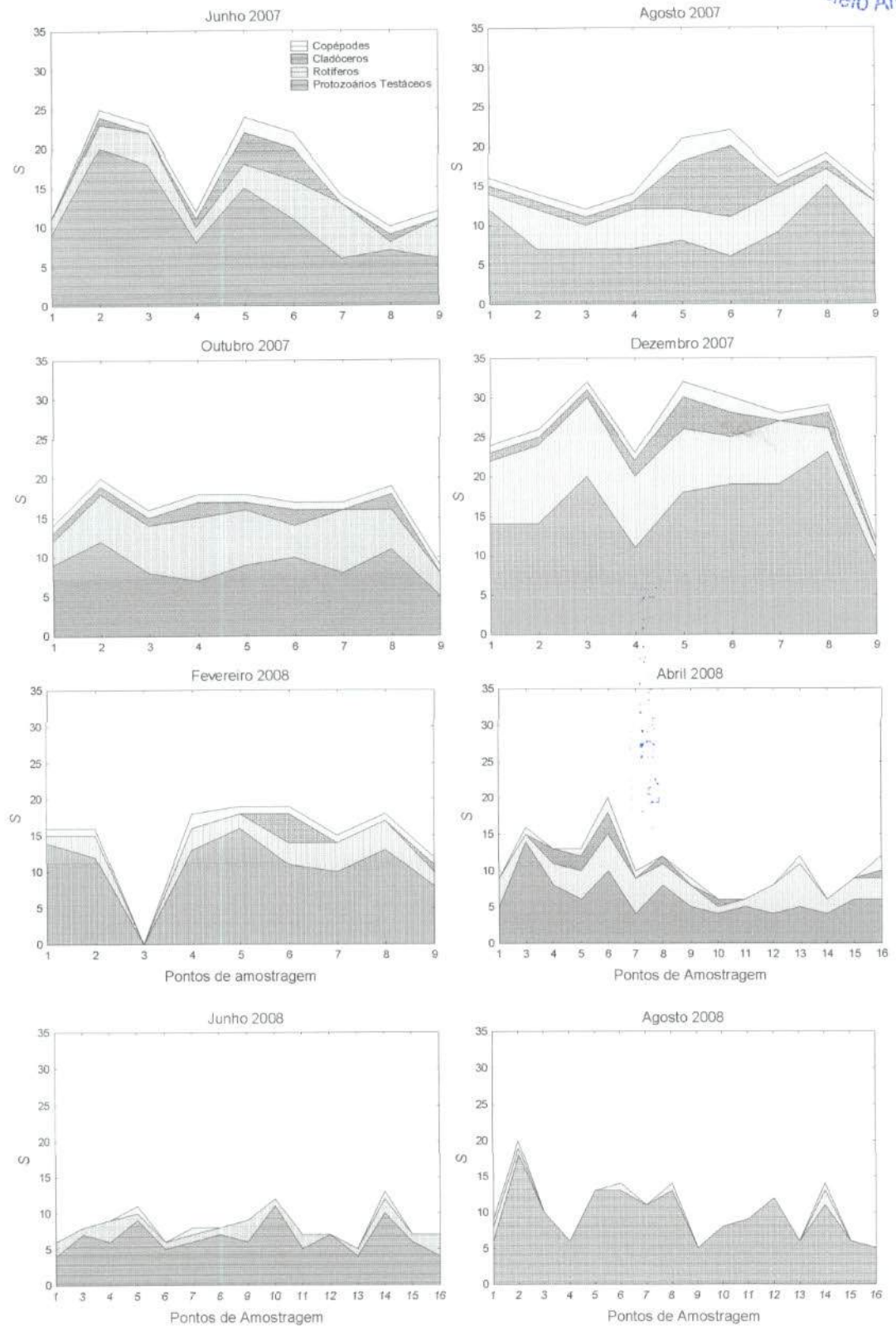
Corroborando, em geral, os resultados obtidos ao longo de todo monitoramento da fase pré-represamento, em dezembro de 2009 maiores valores de riqueza de espécies foram registrados, em geral, no rio São Marcos (Pontos de P1 a P6), especialmente no ponto 6, onde tem sido registrados os mais altos valores de riqueza de espécies nos últimos meses de amostragem

EM BRANCO



6969.10
 15
 AA
 Instituto do Meio Ambiente - ANA

(Figura 28). Por outro lado, os menores valores de riqueza foram registrados em tributários, e em dezembro de 2009, principalmente no córrego São João da Cruz e Ribeirão dos Pires (Pontos 10 e 11, respectivamente) (Figura 28).



EM BRANCO

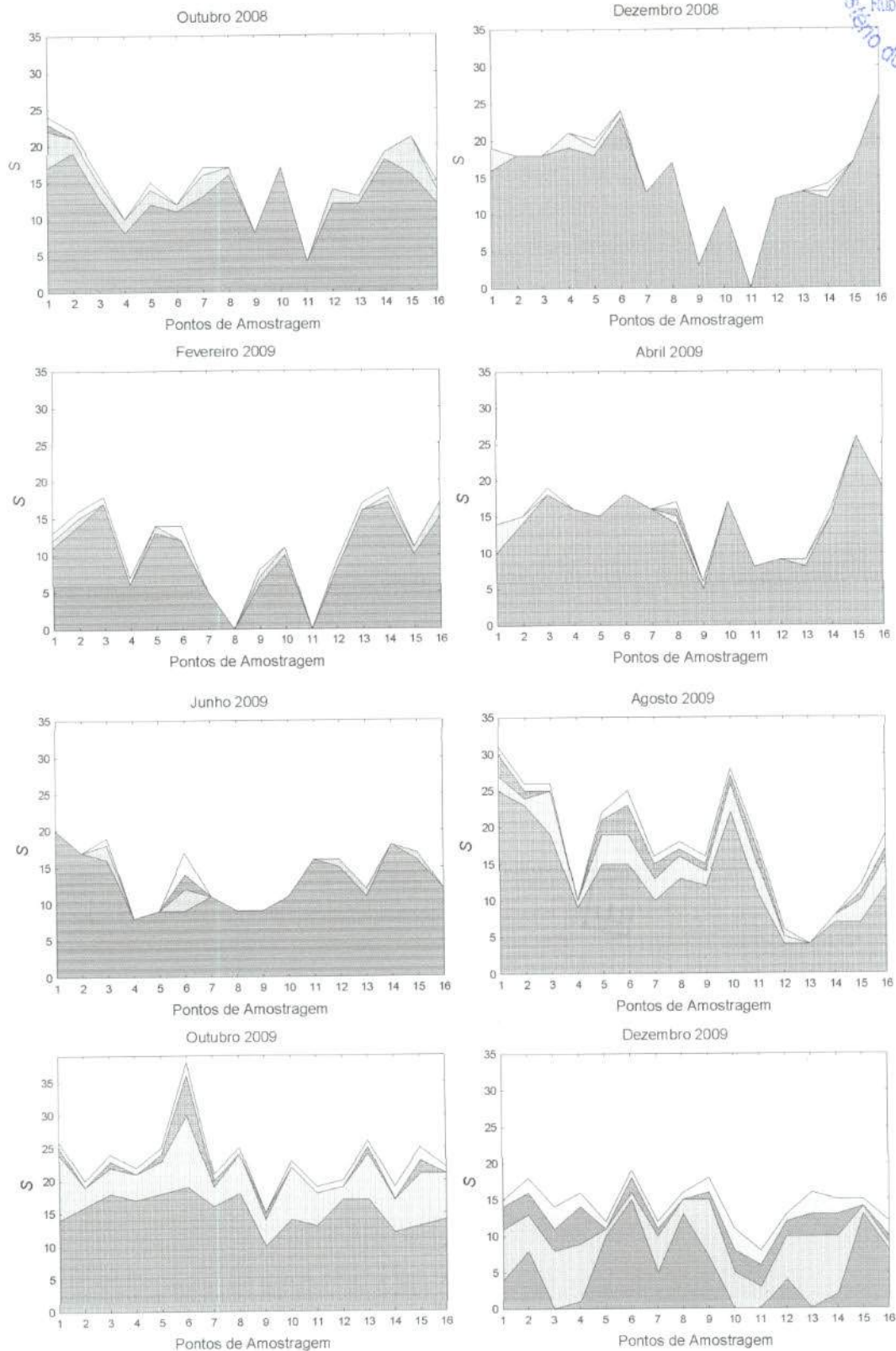


Figura 28. Variação espacial e temporal da riqueza de espécies do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão.

EM BRANCO



Em relação à contribuição dos diferentes grupos para a riqueza, ao contrário do predomínio de testáceos, que vinha sendo observado em todos os pontos de amostragem, na fase pré-represamento, nesta fase pós-represamento os testáceos predominaram apenas nos pontos P2 (a jusante) e P6 (a montante), no rio São Marcos, no rio São Bento (Ponto P8) e nos córregos Pirapetinga e Barreirinho (Pontos P15 e P16), enquanto que os rotíferos foram os mais especiosos nos demais pontos de amostragem, seguidos, em geral, pelos microcrustáceos (Figura 28).

Abundância zooplânctônica

As análises de abundância do zooplâncton, realizadas nas amostras tomadas em dezembro de 2009, já na fase pós-represamento do reservatório da UHE Serra do Facão, evidenciaram um zooplâncton mais abundante, provavelmente em resposta à redução na velocidade de corrente determinada pelo represamento.

Nesse sentido, em dezembro de 2009, os valores de densidade desta comunidade variaram entre 113 e 2812 indivíduos/m³, com média aproximada de 789 indivíduos/m³ para a área em estudo. Temporalmente, esse valor representa um incremento marcante na densidade média, cerca de 2 vezes maior do que vinha sendo observado na fase de pré-represamento. Esses valores estão, no entanto, muito abaixo daqueles freqüentemente observados em reservatórios brasileiros. Lansac-Tôha et. al. (2005), por exemplo, estudando 30 reservatórios paranaenses, registraram valores de densidade do zooplâncton entre cerca de 5000 e 800.000 indivíduos/m³. Considerando-se que o reservatório foi recentemente fechado, espera-se observar um incremento nos valores de densidade do zooplâncton nos próximos meses de monitoramento. A princípio, os baixos valores de densidade observados sob condições de reduzida velocidade de corrente podem sugerir um reduzido grau de trofia para a área de influência do reservatório, tendência esta a ser confirmada nos próximos períodos de amostragem.

Em determinadas regiões da área investigada, ainda foram observados reduzidos valores de densidade, os mais baixos valores registrados este mês, característicos de áreas lóxicas (Basu e Pick, 1996; Layr e Reyes-Marchant, 1997; Kobayashi et al., 1998). Nestas regiões foi observado o predomínio

EM BRANCO



IBAMA/CODIGO
Proc.: 696/10
Fl.: 418
Sub: AA
do Meio Ambiente - MMA

marcante de testáceos, corroborando a idéia de estas serem áreas predominantemente lóticis onde o efeito do barramento foi pouco ou nada sentido. Tais regiões foram, em geral, as mesmas onde os testáceos predominaram em termos de número de espécies, ou seja, nos pontos P6 (a montante) no rio São Marcos, no rio São Bento (Ponto P8) e nos córregos Pirapetinga e Barreirinho (Pontos P15 e P16), além dos pontos P5, P7 e P9, localizados nos rios São Marcos (a montante) e São Domingos, e no córrego Fundo (Figura 29; Tabela 6).

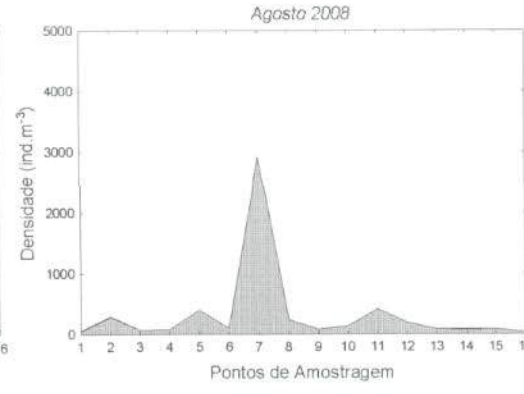
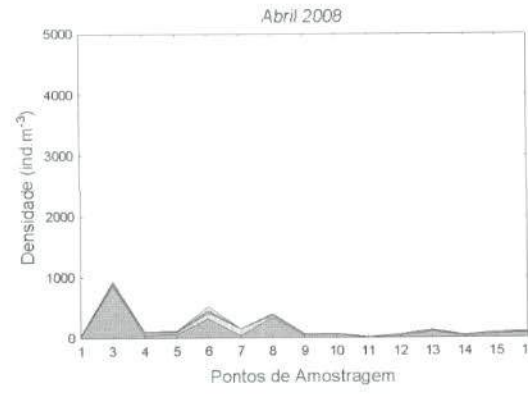
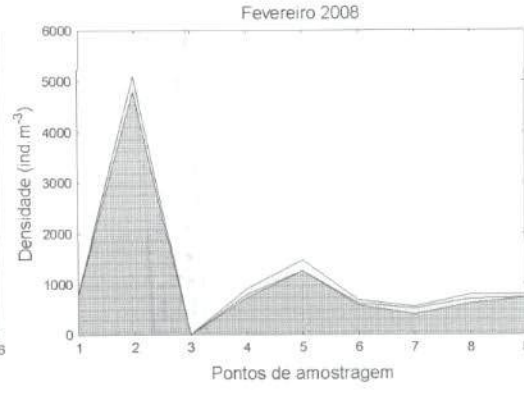
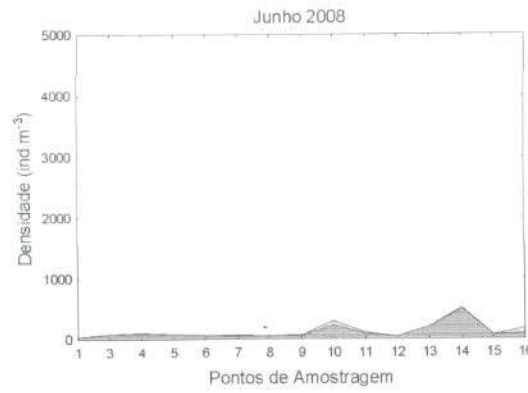
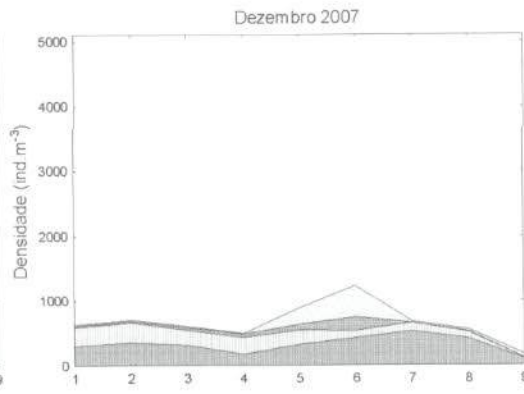
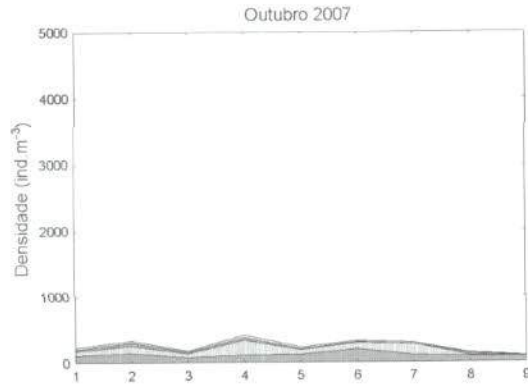
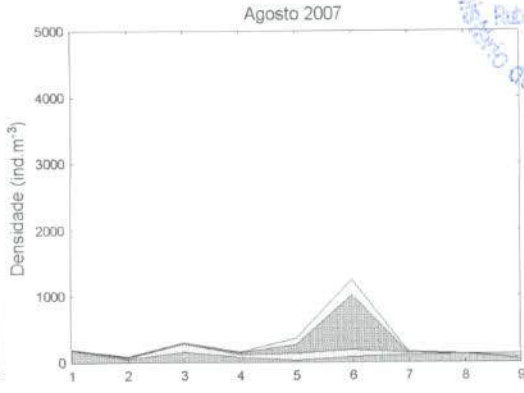
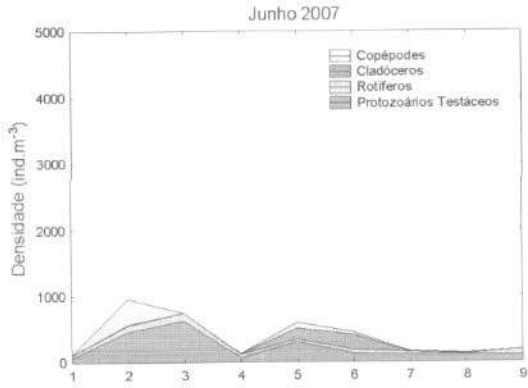
Por outro lado, elevados valores de densidade do zooplâncton foram observados na região mais a jusante do rio São Marcos (entre os pontos P1 e P4), a jusante (Pontos P1 e P2) e especialmente imediatamente acima da barragem (Pontos P3 e P4). Além do rio São Marcos, elevados valores de abundância do zooplâncton foram verificados nos córregos São João da Cruz, Buracão, e principalmente no córrego Anta Gorda, onde foi registrada a maior densidade do zooplâncton em dezembro de 2009 (Figura 29). Nestes pontos de amostragem foi registrado o predomínio marcante dos grupos tipicamente planctônicos, especialmente de microcrustáceos (Figura 29; Tabela 6). Neste sentido, copépodes e cladóceros foram os mais abundantes nos pontos 1, 2, 3, 10, 11 e 12; e rotíferos dominaram nos pontos 4, 12 e 14.

Entre as espécies mais abundantes do zooplâncton destacaram-se, em dezembro de 2009, os cladóceros *Bosminopsis deitersi*, abundante na maioria dos pontos de amostragem, e *Moina minuta*, abundante essencialmente no córrego Anta Gorda (Tabela 6).

Entre os testáceos destacaram-se, mais uma vez, as espécies *Centropyxis aculeata*, e *C. eornis*. (Tabela 6). Entre os rotíferos, várias espécies foram abundantes, no entanto, não para toda a área de estudo, mas em alguns ambientes específicos. Assim, *Brachionus quadridentatus* e *Filinia* cf. *terminalis* foram espécies bastante abundantes, mas apenas no ponto 12; já as espécies *Plathyas quadricornis* e *Euchlanis dilatata* foram as espécies mais abundantes nos pontos 4 e 13. Além destas, os bdelóideos, embora não tenham sido dominantes entre os rotíferos, constituíram o táxon de rotífero mais bem distribuído na área de estudo (Tabela 6).

EM BRANCO

IBAMA/COADIGO
 Proc: 695/10
 FE: 419
 Pê: [assinatura]
 Instituto do Meio Ambiente - IBAMA



EM BRANCO

IEAM/COAD/IG
 Proc: 696/10
 Fl: 120
 Rub: *[assinatura]*
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

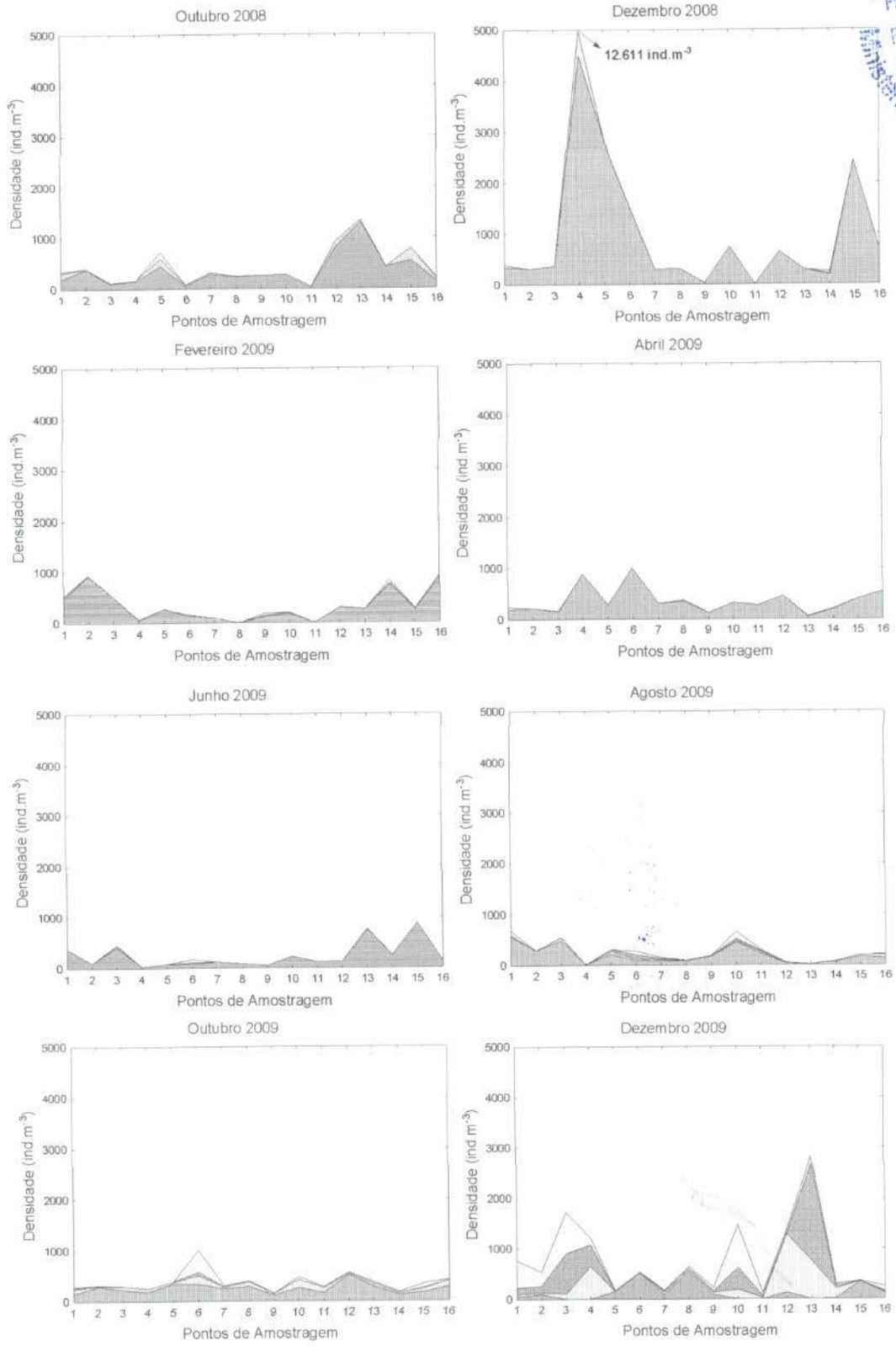


Figura 29. Variação espacial e temporal da abundância do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão.

EM BRANCO



IBAMA/CODIGO
Proc: 09 6110
Rs: 421
Rub: AA
Ministério do Meio Ambiente

Para os copépodes, corroborando o padrão para a área de estudo, ao longo de todo o monitoramento, destacaram-se, mais uma vez, suas formas jovens, especialmente as larvas (náuplios) da família Cyclopidae (Tabela 6). Como já amplamente discutido anteriormente, a dominância de jovens entre os copépodes tem sido registrada como uma regra geral para o zooplâncton e está relacionado à estratégia reprodutiva do grupo, caracterizada pela produção de uma grande quantidade de ovos e larvas (Cabianca e Sendacz, 1985; Lopes et al., 1997; Lansac-Tôha et al., 1999; Serafim Jr, 2002).

Entre os adultos foi registrado o predomínio de um ciclopídeo do gênero *Thermocyclops*, *T. decipiens* (Tabela 6). Esta espécie tem sido registrada como dominante entre os ciclopídeos em reservatórios com elevado grau de trofia. Assim, se por um lado as reduzidas densidades do zooplâncton sugerem um baixo grau de eutrofização para a área de estudo, por outro, a dominância de *T. decipiens* entre os copépodes parece sugerir uma baixa qualidade ambiental para a área de estudo, pelo menos neste primeiro período de amostragem da fase pós-represamento.

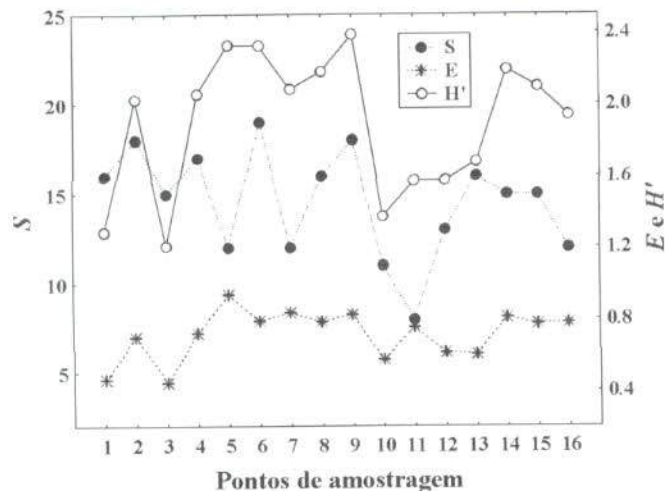
Diversidade e Equitabilidade

Em dezembro de 2009, maiores valores do índice de diversidade foram observados, em geral, no rio São Marcos, mas este mês, especialmente na área mais a montante, nos pontos 5 e 6, enquanto nos pontos 1 e 3, localizados mas a jusante neste rio, foram observados os menores valores deste atributo, determinados pelos valores extremamente reduzidos de equitabilidade nestes pontos. Elevados valores deste índice foram observados ainda nos pontos localizados nos córregos Fundo e Segredo (Pontos 9 e 13). Por outro lado, os córregos São João da Cruz, Anta Gorda, Buracão e Ribeirão dos Pires, também apresentaram baixos valores de índice de diversidade (Figura 30).

Em relação à equitabilidade, diferente do observado para riqueza, foram registrados valores extremamente variáveis, principal responsável pelas variações observadas para o índice de diversidade. Este atributo apresentou seus maiores valores entre os pontos 5 a 9, e valores extremamente reduzidos nos pontos 1 e 3 (Figura 30).

EM BRANCO





30

IBAMA/COAD/GO
 Proc.: 69616
 Fls.:
 Rubr.:
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

Figura 30. Variação espacial da riqueza de espécies (S), Equitabilidade (E) e Índice de diversidade (H') do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem da área de influência do reservatório de Serra do Facão, em dezembro de 2009.

5.4.3. Zoobentos

A comunidade bentônica registrada em dezembro de 2009, fase de enchimento do reservatório de Serra do Facão, revelou a presença de 12 táxons (Tabela 7). Em dezembro houve uma grande redução da riqueza dos táxons em relação à amostragem realizada em outubro de 2009 (23 táxons). Além do enchimento do reservatório, é importante mencionar que neste período foram registradas chuvas freqüentemente, o que provavelmente contribuiu para a redução da riqueza de táxons amostrada em relação à outubro de 2009. Essa redução foi observada em apenas alguns pontos, pois a maioria já apresentava baixa diversidade.

A maior riqueza taxonômica foi registrada no ponto 7 (jusante da barragem; 5 táxons), sendo observada uma redução para este atributo em relação à amostragem realizada em outubro (9 táxons). O enchimento do reservatório provavelmente influenciou na redução da riqueza neste local, assim como ponto 10 (outubro 15 táxons e dezembro 3 táxons). A água nestes locais (ambientes lóticos) apresentava-se bastante turva, provavelmente devido às chuvas. Na maioria dos pontos localizados a jusante do reservatório foi observada um aumento do volume da água, assim como a água bem suja. Bispo e Oliveira (1998) citam que, em regiões de clima tropical, os regimes

EMBR



IBAMA/COAD/GO
 Nº: 696/10
 Fls: 423
 Nº: 10
 do Meio Ambiente - MMA

anuais de pluviosidade e a velocidade e vazão da água são os principais fatores que atuam diretamente na distribuição da macrofauna bentônica, na qual incluem-se os insetos. Esses pontos apresentam fundo pedregoso, o que provoca maior instabilidade aos táxons durante o período chuvoso.

Os pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 apresentaram baixa riqueza taxonômica em dezembro, assim como em outubro e na maioria dos meses monitorados anteriormente (Figura 31). A fase enchimento do reservatório não provocou mudanças na estrutura da comunidade presente nesses locais, uma vez que os táxons registrados em outubro e nos meses monitorados anteriormente são resistentes à alterações ambientais e vivem em condições adversas. Com o enchimento, ocorre à inundação de áreas adjacentes, o aumento da profundidade, a redução da correnteza e mudanças das características físico-químicas da água. A alteração do tipo de substrato (*acúmulo de matéria orgânica e areia*) aliada às mudanças físicas e químicas decorrentes do enchimento provocam alterações no ecossistema aquático (Tundisi et al., 1999). Apesar do registro de táxons mais resistentes às alterações ambientais na maioria dos locais amostrados, foi observada uma grande redução da riqueza taxonômica em alguns pontos (Figura 31).

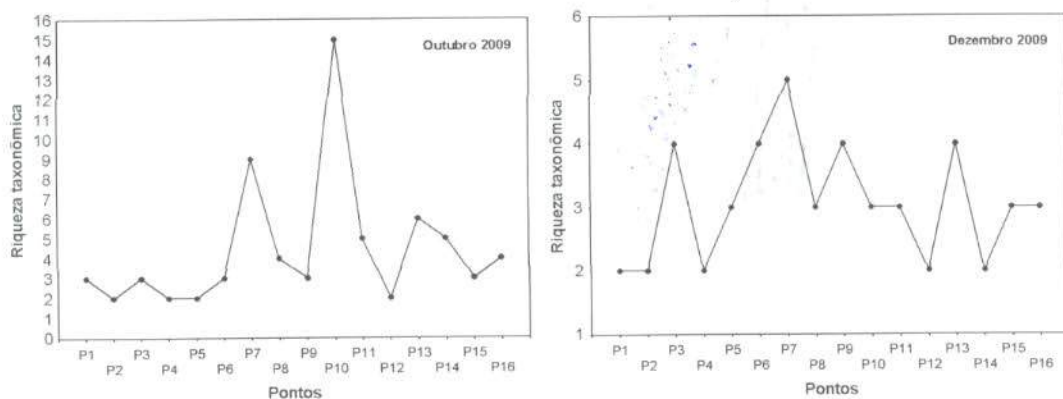


Figura 31. Riqueza taxonômica dos pontos amostrados em outubro de 2009 (fase rio) e dezembro de 2009 (fase enchimento).

Em dezembro de 2009 foi observada a redução da abundância total nos pontos 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 e 16, provavelmente atribuídas às mudanças na qualidade da água, decorrente do enchimento do reservatório e do escoamento do ambiente terrestre para o aquático (Figura 32).

EM BRANCO

IBAMA/CUADIGO
Proc.: 696110
Fls.: 424
Rub.: AA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores densidades, assim como durante o monitoramento realizado entre julho de 2007 e outubro de 2009. O grupo Oligochaeta é extremamente tolerante a poluição orgânica. São capazes de viver em condição de anóxia por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento, o que favorece a sua adaptação aos mais diversos ambientes. Chironomidae é reconhecida na literatura como a família mais abundante em ambientes lóticos e lênticos (Cranston e Pinder, 1995). Como em dezembro o reservatório estava em fase de enchimento, possivelmente nas próximas amostragens os Chironomidae e os Oligochaeta apresentem um considerável aumento na densidade nos pontos localizados no reservatório. Silva et al. (2009) estudando a distribuição da comunidade de invertebrados bentônicos no reservatório do rio Batalha (Bauru – SP) evidenciou o aumento da abundância de Chironomidae e Oligochaeta em até 20 vezes após o enchimento, devido ao incremento de matéria orgânica ocorrido com a inundação.

Em dezembro de 2009 foi evidenciado um considerável aumento de matéria orgânica nas amostras, sendo este substrato instável à maioria dos táxons da comunidade bentônica que vive em ambientes lóticos. O próprio tipo de substrato interfere na fauna benthica, pois esta dele depende essencialmente como fonte de alimento sob a forma de substâncias autóctones ou alóctones ricas em energia (Lellak, 1966). Em ambientes lênticos, a alta quantidade de matéria orgânica em decomposição provoca diminuição do pH e do oxigênio dissolvido, o aumento da temperatura da água, favorecendo a presença apenas dos táxons mais resistentes da comunidade bentônica (Rocha, 1999). Obviamente a disponibilidade de alimento é de fundamental importância, pois a entrada de material autóctone e/ou alóctone favorece não só os animais detritívoros, mas também os herbívoros e carnívoros predadores (Beyruth, 1989).

EM BRANCO



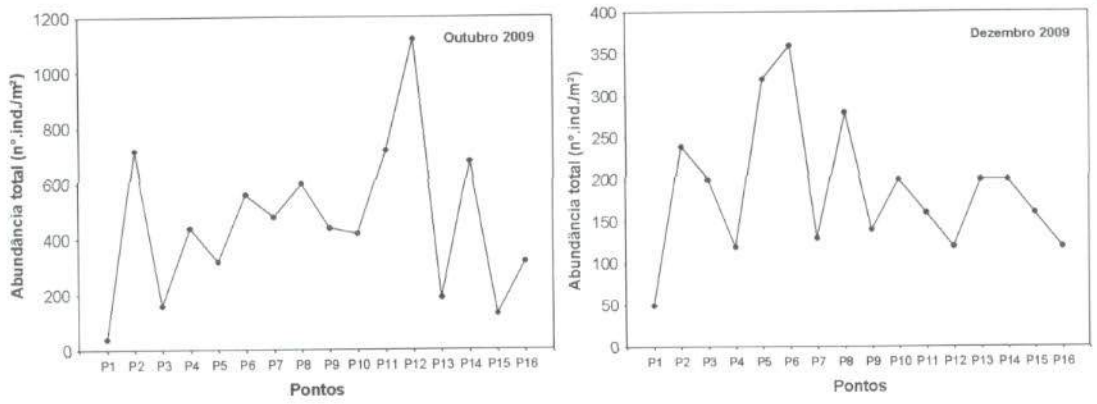


Figura 32. Abundância total dos pontos amostrados em outubro de 2009 (fase rio) e dezembro de 2009 (fase enchimento).

Tabela 7. Comunidade de invertebrados bentônicos, identificada em dezembro de 2009.

Táxons/Pontos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Ephemeroptera																
<i>Cloeodes</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera																
<i>Leptonema</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Smicridea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
Diptera																
Chironomidae	20	160	80	80	120	80	50	200	80	120	80	40	80	40	80	40
Ceratopogonidae	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
Coleoptera																
Elmidae	0	0	0	0	0	40	30	40	0	0	0	0	0	0	40	0
Annelida																
Oligochaeta	30	0	40	40	160	200	40	40	40	40	40	80	40	120	40	0
Hirudinea	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	40	0	0	0	0	40
Hidracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
Nematoda	0	80	0	0	40	40	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Nemertea																
Nemertine	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Abundância total	50	240	200	120	320	360	130	280	140	200	160	120	200	200	160	120
Riqueza taxonômica	2	2	4	2	3	4	5	3	4	3	3	2	4	2	3	3
Índice de Shannon	0,301	0,301	0,602	0,301	0,477	0,602	0,699	0,477	0,602	0,477	0,477	0,301	0,602	0,477	0,477	0,477
Equitabilidade	0,997	0,996	0,998	0,995	0,992	0,992	0,986	0,986	0,974	0,993	0,997	0,995	0,998	0,993	0,997	1

EM BRANCO



O aumento da concentração de matéria orgânica, as mudanças da natureza do substrato e as alterações hidrológicas são citados entre as principais características que permitem o aumento da densidade de *Chironomidae* e *Oligochaeta* (Silva et al., 2009). É importante reafirmar que os *Chironomidae* e *Oligochaeta* foram os táxons mais abundantes e mais freqüentes durante o estudo realizado no rio São Marcos e seus afluentes entre 2007 e 2009, fase rio. Esses resultados foram verificados provavelmente devido ao substrato arenoso e formado por matéria orgânica na maioria dos locais monitorados. Foi observada grande redução da riqueza taxonômica nos pontos 7 e 10 que apresentam substrato pedregoso, e estão sofrendo influência do enchimento do reservatório e do período de águas altas.

Em dezembro de 2009 o maior índice de diversidade foi registrado no ponto 7 (jusante da barragem – 5 táxons), devido maior riqueza taxonômica verificada. Por outro lado, a maior equitabilidade foi registrada no ponto 16, devido a uma melhor equidistribuição dos táxons identificados (Tabela 7).

Assim como em outubro de 2009, em dezembro (primeiro mês da fase de enchimento do reservatório), os táxons *Chironomidae* e *Oligochaeta* apresentaram as maiores abundâncias médias e freqüências taxonômicas (Figuras 33 e 34).

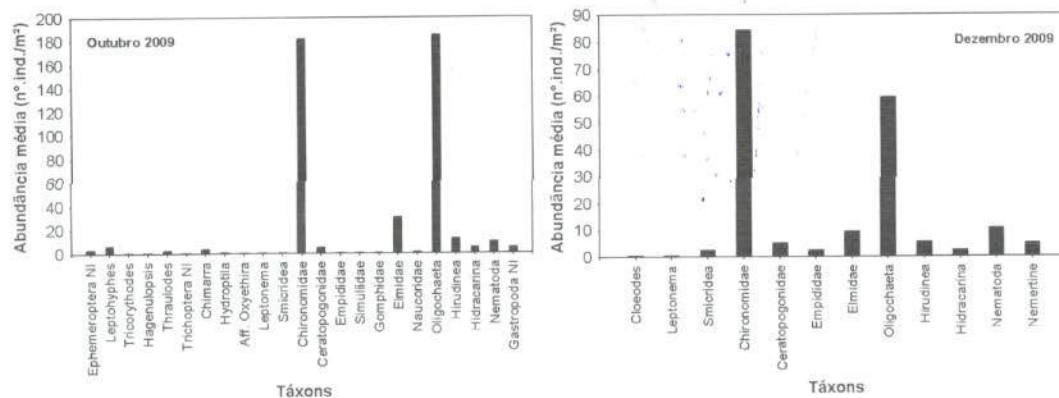


Figura 33. Abundância média dos táxons amostrados em outubro de 2009 (fase rio) e dezembro de 2009 (fase enchimento).

EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
 Proc. 696/10
 Fls. 427
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

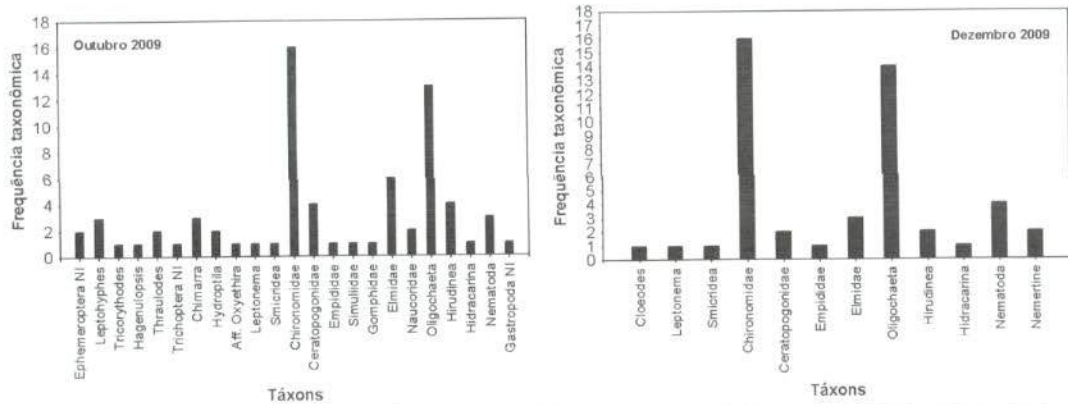


Figura 34. Frequência dos táxons amostrados em outubro de 2009 (fase rio) e dezembro de 2009 (fase enchimento).

A maioria da vegetação circundante do rio São Marcos e seus afluentes são alterados pelo uso do solo, assim como alguns locais são impactados por causa das atividades desenvolvidas das fazendas do entorno. Segundo Durães et al. (2009), em locais com perturbações antrópicas, as comunidades de macroinvertebrados perdem as condições naturais ideais para o seu desenvolvimento. Nesses locais, as espécies sensíveis às poluições são eliminadas ou ocorrem em números reduzidos. Assim, o tipo de substrato predominante nos locais amostrados (matéria orgânica e areia), provavelmente alterado com o uso do solo em volta da bacia hidrográfica, determinou a presença dos táxons mais resistentes durante todo o monitoramento. Conseqüentemente, com o enchimento do reservatório, não serão observadas grandes mudanças na estrutura da comunidade bentônica.

5.4.4. Macrófitas aquáticas

A despeito da importância ecológica (Esteves, 1998), as macrófitas aquáticas são consideradas “daninhas” ou “infestantes” quando as densidades populacionais excedem um determinado limite, interferindo nos usos múltiplos dos recursos hídricos. Dentre os principais problemas causados pelo crescimento excessivo das macrófitas aquáticas, pode-se destacar o impedimento do fluxo da água, obstrução de áreas de lazer ou rotas de navegação, desoxigenação da água durante períodos de decomposição, aumento das concentrações de nutrientes (redução geral da qualidade da

EM BRANCO



água), entupimento de turbinas de empreendimentos hidrelétricos, diminuindo assim a produção de energia elétrica, redução da biodiversidade e problemas de saúde pública, como a criação de áreas propícias para o desenvolvimento de vetores de doenças (Pieterse e Murphy, 1990).

Durante o levantamento taxonômico das macrófitas aquáticas, realizado em entre julho de 2007 e dezembro de 2009, na área de influência do AHE Serra do Facão, não foi observada a presença dessas plantas.

6. Considerações finais

Em dezembro de 2009 teve início o período de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Até o período de coleta (entre os dias 7 e 9 de dezembro), a cota do reservatório havia alcançado o nível de 708 m (N.A. a montante) (Figura 35), ou seja, início do enchimento. De maneira geral, durante esse período não foi observada alterações significativas nas características limnológicas do trecho monitorado. Nesse mês de dezembro, houve um acréscimo nos valores de turbidez, material em suspensão e fósforo total na água, no entanto, esse aumento se deve ao escoamento superficial do ambiente terrestre para o sistema aquático, tendo em vista as maiores taxas de precipitação pluviométrica na região. Em outras palavras, características limnológicas similares a dezembro de 2009 também foram obtidas em outros meses chuvosos, como em fevereiro de 2008 e fevereiro de 2009.

Além disso, em dezembro de 2009, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de IQA indicando "Boa qualidade das águas".



EMERANCO



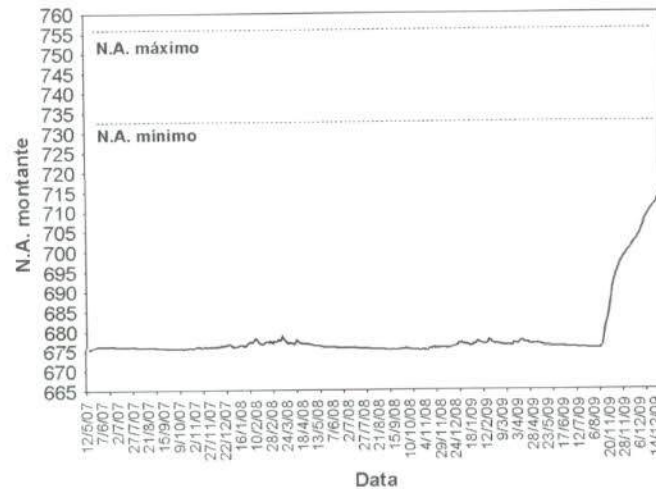


Figura 35. Nível do reservatório da UHE Serra do Facão em dezembro de 2009 (primeiro mês de enchimento do reservatório).

Pressupondo que as águas do sistema monitorado são enquadradas na Classe 2 da Resolução nº 357 de março de 2005 do CONAMA, grande parte do trecho monitorado, em dezembro de 2009, na área de influência do AHE Serra do Facão, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes transgressões foram observadas:

- concentração de oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L nos pontos 3 (rio São Marcos), 10 (rio São João da Cruz), 11 (ribeirão Pires) e 12 (ribeirão Buracão);
- valor de pH inferior a 6,0 nos pontos 4 e 14 (rio São Marcos e ribeirão Segredo, respectivamente);
- valor de turbidez superior a 100 NTU nos pontos 5, 6 (rio São Marcos) e 7 (córrego São Domingos);
- valor de cor superior a 75 mg Pt/L no ponto 7 (córrego São Domingos);
- concentração de fósforo total superior a 0,1 mg/L nos pontos 5, 7 e 9;
- concentrações detectáveis de óleos e graxas nos pontos 1, 9 e 10;
- densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml nos pontos 5 e 7 (rio São Marcos e córrego São Domingos, respectivamente).

De maneira geral, entre julho de 2007 e dezembro de 2009, foi possível observar que a maior parte das concentrações de oxigênio dissolvido, turbidez, pH, fósforo total, DBO₅ e coliformes fecais (termotolerantes) esteve de acordo

EM BRANCO



com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/ 2005. Além disso, todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), sulfato, cloreto, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e clorofila-a inferiores aos limites estabelecidos pela referida resolução.

A comunidade fitoplanctônica amostrada na área de influência da UHE Serra do Facão, no mês de dezembro de 2009, foi representada por alta diversidade, sendo registrados 129 táxons distribuídos entre 10 grupos taxonômicos. Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae foram os principais grupos, e representaram 26%, 25% e 20% da composição fitoplanctônica.

Foram registrados altos valores de riqueza de espécies nas amostras do rio São Marcos, com média de 12 táxons por amostra e variação de 2 no ponto 6 a 21 no ponto 1. Nos demais pontos, a riqueza de espécies variou de 2 táxons no ponto 15, situado no córrego Pirapetinga, a 25 táxons no ponto 11, situado no ribeirão dos Pires. Os valores de densidade e biomassa fitoplanctônica foram baixos, exceto no ponto 9, o qual apresentou elevados valores destes atributos.

Os valores de biovolume celular fitoplanctônico caracterizaram condições oligotróficas (biovolume $<2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) na maioria dos pontos monitorados em dezembro de 2009, e hipereutróficas no ponto 9 (córrego Fundo), de acordo com os critérios de Vollenweider (1968), para caracterização trófica dos ambientes.

As cianobactérias apresentaram baixa contribuição à densidade e biomassa durante toda a fase rio. Em dezembro de 2009, foi registrado biovolume de cianobactérias inferior a $5 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ na maioria dos pontos. Este valor é o limite estabelecido para a classe 2 pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, e permite que as águas dos pontos monitorados sejam destinadas aos usos previstos para águas desta classe. No entanto, foi registrada alta densidade e biomassa de cianobactérias no ponto 9, situado no córrego Fundo, representadas por *Aphanizomenon gracile* o qual constituiu mais de 80% da densidade e biomassa total. *A. gracile* é toxigênico e característico de ambiente eutrófico, e com baixa concentração de nitrogênio.

As análises da comunidade zooplanctônica na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, nesta primeira amostragem da fase pós-

EM BRANCO





represamento, evidenciaram uma redução expressiva no número total de espécies, bem como na riqueza de espécies, registrada nos diferentes pontos de amostragem.

Tal redução na diversidade do zooplâncton, com o represamento, é um resultado previsível, considerando que, espécies não planctônicas, que na fase pré-represamento representavam a grande maioria da comunidade zooplanctônica, têm sua ocorrência limitada com a redução na velocidade de corrente. De qualquer forma, testáceos ainda foram os mais especiosos na área de estudo e dominaram em termos de riqueza em diversos pontos de amostragem, evidenciando a manutenção de áreas predominantemente lólicas na área de estudo.

Em geral, maiores valores de riqueza de espécies foram registrados, mais uma vez, nos pontos localizados no rio São Marcos, e os menores, em alguns de seus tributários.

Em relação à abundância, ao contrário da riqueza, observou-se um incremento expressivo em seus valores, cerca de 2 vezes maior do que os observados em períodos anteriores de amostragem, evidenciando o efeito da redução na velocidade de corrente, decorrente do barramento, sobre a comunidade zooplanctônica. Apesar desse aumento, os valores de densidade registrados são ainda inferiores aos observados em outros reservatórios brasileiros, de forma que, baixas densidades do zooplâncton em ambientes lênticos presumem baixa disponibilidade de recursos alimentares, ou seja, o predomínio de condições oligotróficas.

Considerando-se a contribuição dos diferentes grupos, tanto para a riqueza como para a abundância, observou-se uma redução na participação dos testáceos, e um incremento substancial na contribuição de rotíferos, para a riqueza, e de microcrustáceos para a densidade do zooplâncton, na maioria dos pontos de amostragem. Tal resultado também evidencia as alterações hidrodinâmicas determinadas pelo barramento, de forma que o predomínio de condições lênticas favoreceram o estabelecimento e desenvolvimento de populações tipicamente planctônicas, limitando a ocorrência das espécies litorâneas e bentônicas.

Por fim, se os reduzidos valores de densidade sugerem, a princípio, o predomínio de condições oligotróficas.

FM BRANCO

A comunidade bentônica verificada em dezembro de 2009, durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão demonstrou uma fauna bentônica oportunista, constituída principalmente por organismos pertencentes à família Chironomidae e a subclasse Oligochaeta.

Verificou-se com o enchimento do reservatório e com a intensificação das chuvas, uma diminuição da riqueza dos pontos localizados a jusante da barragem. Ainda, foi verificada redução da abundância total dos táxons em praticamente todos os pontos amostrados, o que confirma a influência do enchimento do reservatório e do período chuvoso. É importante um maior acúmulo de dados para verificar as mudanças decorrentes do enchimento do reservatório na comunidade bentônica.

Durante o levantamento taxonômico das macrófitas aquáticas, realizado entre julho de 2007 e dezembro de 2009, na área de influência do AHE Serra do Facão, não foi observada a presença dessas plantas.

7. Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: Byrd Prepress Springfield.
- BASU, B.K., PICK, F.R., 1996. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate river. *Journal of Plankton Research* 19: 237-253.
- BEYRUTH, Z., 1989. Estudo Ecológico-Sanitário de um Lago Marginal ao Rio Embu-Mirim - Itapeirica da Serra, São Paulo e ensaio sobre a possibilidade de utilização da macrófita aquática *Eichhornia crassies* (Mart) Solms como indicadora de poluição. São Paulo. [Dissertação de Mestrado – Departamento de Zoologia - IBUSP].
- BICUDO, C. E. M., MENEZES, M., 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos: RIMA.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G., 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, GO. In: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, E. (ed.). Ecologia de insetos aquáticos. *Série Oecologia Brasiliensis*. Vol. V. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ.
- CABIANCA, M.A.A., SENDACZ, S., 1985. Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba, SP). II-Zooplâncton. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 12(3): 86-95.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.
- COOK, C.D.K., 1990. Origin, autoecology, and spread of some of the world's most troublesome aquatic weeds. In: Pieterse, A.H., Murphy, K.J. (eds). *Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation*. Oxford, Oxford Science Publications. p. 31-38.
- CRANSTON, P.S., PINDER, L.C.V., 1995. *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall .p.436-447
- DURÃES, L.S., MATIAS, L.J., BORGES, M.A.Z., SANTOS, A.M., JÚNIOR, J.F.G., ESTEVES, F.A., 2009. Efeitos do uso do solo na diversidade de macroinvertebrados aquáticos na bacia do rio Pandeiros, MG. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço – MG.
- EDLER, L., 1979. *Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea, phytoplankton and chlorophyll*. [Paris]: Unesco, 38 p. (UNESCO, Working Group, 11, Baltic Marine Biologists).

EM BRANCO





- EDMUNDS Jr., G.F., JENSEN, S.L., BERNER, L., 1979. *The Mayflies of North and Central America*. University of Minnesota Press. 330p.
- ELMOOR-LOUREIRO, M. A. L., 1997. *Manual de Identificação de cladóceros límnicos do Brasil*. Brasília: Universa.
- ESTEVES, F. A., 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência.
- FERNÁNDEZ, H. R., DOMINGUEZ (eds.), 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán, 282p.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M., 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific. 214p. (IBP Handbook, no. 8).
- HAPPEY-WOOD, C. M., 1988. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton* (Ed. Sandgren, C. D.), pp. 175-226, Cambridge University Press, Cambridge.
- KALFF, J., 2002. *Limnology*. New Jersey: Prentice Hall.
- KOBAYASHI, T.R.J. et al., 1998. Freshwater zooplankton in the Hawkesbury-Nepean River: comparison of community structure with other rivers. *Hydrobiologia* 377: 133-145.
- LANSAC-TOHA, F.A. et al., 1999. Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: HENRY, R (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp. cap. 12, p. 347-74.
- LANSAC-TOHA, F.A. et al., 2004. Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: Agostinho, A. A. et al. (Org.). *Structure and Function of the Paraná River and its floodplain*. Eduem, Maringá: p. 75-84.
- LANSAC-TOHA, F.A. et al., 2005. Estrutura da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L., et al. (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA, p. 115-128.
- LANSAC-TÔHA, F.A. et al., 2007. Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. *Acta Scientiarum*, v. 29, p. 63-74.
- LAYR, N., REYES-MARCHANT, P., 1997. The potamoplankton of the middle Loire and the role of moving littoral in downstream transfer of algae and rotifers. *Hydrobiologia* 356: 33-52.
- LOPES, R.M. et al., 1997. Comunidade zooplanctônica do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A., GOMES L.C. (Ed.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem, cap. 3, p. 39-60.
- LORENZI, H., 2000. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 3 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa (SP), 608 p.
- MACKERETH, F.Y.H., HERON, J.G., TALLING, J.J. 1978. *Water analysis some revised methods for limnologist*. Ambleside: Freshwater Biological Association. 120p. (Freshwater Biological Association. Scientific Publication, v. 36).
- MAGURRAN, A. E. 1988 *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton Univ. Press, New Jersey, 179p.
- MERRIT, R. W., CUMMINS, K. W. (eds.), 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3^a ed. Kendall/Hunt Pub. 862p.
- MURAKAMI, E. A. et al., 2009. Periphytic algae of the Garças Lake, Upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Brazil. Jour. of Biol.* v. 69, (2, suppl.), p. 459-468.
- PECKARSKY, B. L., FRAISSINET, P. R., PENTON, M. A., CONKLIN Jr., D. J., 1990. *Freshwater macroinvertebrates o Northeastern North America*. Cornell Univ. Press. 442p.
- PIETERSE, A.H., MURPHY, K.J., 1990. *Aquatic weeds. The ecology and management of nuisance aquatic vegetation*. Oxford Science Publication: Oxford. 593p.
- POTT, V.J., POTT, A., 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Brasília.
- REID, J.W., 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool.* 9: 17-143.
- REYNOLDS, C. S., 1995. River Plankton: The Paradigm Regained. In: Harper, D. M.; Ferguson, A. J. D. (eds). *The ecological basis for river management*. pp.161-180. John Willet & Sons publishers.
- REYNOLDS, C. S.; DESCY, J. P., 1996. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 113: 161-187.

EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
 Proc.: 698/09
 434
 Ministério do Meio Ambiente - M.M.A.

REYNOLDS, C. S. et al., 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plank. Res.* 24: 417-428.

ROCHA, S. M., 1999. *Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores de Poluição na Represa do Guarapiranga - SP. São Paulo.* Dissertação de Mestrado. Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública – USP.

SALMASO, N. & ZIGNIN, A., 2010. At the extreme of physical gradients: phytoplankton in highly flushed, large rivers. *Hydrobiologia*, 639(1): 21-36.

SEGERS, H., 1995. *Rotifera*. The Hague, The Netherlands: SPC Academics, v. 2: The Lecanidae (Monogononta). (Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world; v.6), 42 p.

SERAFIM-JUNIOR, M., 2002. *Efeitos do represamento em um trecho do rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica.* 2002. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SILVA F.L., TALAMONI, J.L.B., BOCHINI, G.L., RUIZ, S.S., MOREIRA, D.C., 2009. Macroinvertebrados aquáticos no reservatório do rio Batalha, para captação das águas para abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água – An interdisciplinatory journal of applied science*: v. 4, n°. 2.

SUN, J., LIU, D., 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25 (2): 1331-1346.

UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. int. Verein. Limnol.* 9: 1-38.

VELHO, L.F.M., LANSAC-TÔHA, F.A., 1996. Testate amoebae (Rhizopodea, Sarcodina) from zooplankton of the High Paraná River floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Families Diffugiidae. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 31: 179-192.

VELHO, L.F.M. et al., 1996. Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. I. Families Arcellidae and Centropyxidae. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 31: 35-50.

VELHO, L.F.M., LANSAC-TÔHA, F.A., BINI, L.M., 1999. Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton on the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 411: 103-113.

VIEIRA, L.C.G. et al., 2007. Influence of spatial complexity on the abundance and diversity of periphytic rotifers, microcrustaceans and testate amoebae. *Archiv für Hydrobiologie*, 170: 77-85.

VOLLENWEIDER, R. A., 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Paris. Tech. Report n°.DAS/CSI/68.27, p. 159, 1968.

VUCETICH, M.C., 1973. Estudio de tecamebianos argentinos, en especial los del dominio pampasico. *Rev. Mus. la Plata, sér. Zool.* 11(108): 287-332.

WETZEL, R.G., LIKENS, G.E., 2000. *Limnological analysis*. 2 ed. New York: Spring-Verlag.

WIGGINS, G. B., 1977. *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press, 393p.

EM BRANCO



ANEXO I. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em dezembro de 2009.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	11	12	9	7	5	5	16	4	75	11	9	11	6	8	17	4
Alumínio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cádmio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cianeto	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clorofila-a	<0,1	<0,1	4,77	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,46	2,58	<0,1	0,36	<0,1	<0,1	12,01
Cloreto	2,5	2,0	2,0	1,5	1,0	2,0	1,5	1,5	3,0	2,0	1,5	0,5	2,0	1,5	1,5	1,5
Condutividade elétrica	27	29	14	10	4	19	28	7	174	13	16	16	7	12	32	4
Cor	39	21	11	41	67	58	244	33	22	10	14	24	44	34	61	59
Cromo	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
DBO ₅	1,9	1,4	1,3	1	3,5	3,6	3	3,6	3	0,2	2,5	1,6	1,8	1,7	2	1,7
DQO	14	15	12	11	19	19	17	8	7	11	13	4	5	15	4	10
Dureza	30	26	12	16	22	22	36	30	72	18	22	24	18	16	34	24
Fenóis totais	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ferro	0,22	0,17	0,1	0,24	0,26	0,23	0,79	0,12	0,11	0,07	0,1	0,12	0,26	0,25	0,41	0,28
Fluoreto	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
Fósforo total	0,044	0,038	0,018	0,019	0,115	0,095	0,251	0,06	0,392	0,024	0,021	0,058	0,022	0,017	0,052	0,051
Manganês	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,022	0,011	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
MST	108,74	61,38	38,49	37,42	230	154,5	270,37	145,9	98,9	20,89	27,38	37,62	38	27,16	57,53	96
Mercurio	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
NTK	0,46	0,36	0,44	0,21	0,33	0,32	0,86	0,54	0,38	0,34	0,3	0,55	0,44	0,2	0,44	0,43
Nitrato	0,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
Nitrito	0,004	0,003	0,002	0,006	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Nitrogênio amoniacal	0,16	0,16	0,14	0,11	0,13	0,12	0,46	0,14	0,08	0,14	0,1	0,15	0,14	0,1	0,14	0,13
Óleos e graxas	4,7	0,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	6,4	5,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Oxigênio dissolvido	7,1	6,8	3,4	5,9	5,1	8,8	8,6	7,0	6,5	2,1	1,5	1,0	5,9	5,3	7,5	8,0
pH	7,3	6,47	6,5	5,72	6,6	7,6	7,5	7,2	7,9	6,5	6,3	6,4	6,8	5,71	7,0	6,92
Temperatura ambiente	27	-	25	26	25	25	25	25	25	25	26	27	28	26	25	25
Temperatura da água	26,27	26,72	27,1	25,61	23,52	23,45	26,4	22,5	24,1	27,33	27,33	26,4	25,19	24,82	22,77	23,8
Turbidez	42,1	30,5	5,11	27	137	105	341	78,1	73,5	5,17	5,18	29,5	17,2	16,3	56,5	11,78
STD	7,26	7,62	3,51	4,58	5	4,5	10,63	3,1	72,1	4,11	5,62	6,38	3	3,84	7,47	<0,01
Sulfato	1,0	1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0	1,0	4,0	3,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Urânio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes totais	16000	1700	>16000	3500	>16000	>16000	>16000	2200	9200	470	5400	230	940	1100	2200	9200
Coliformes fecais	200	170	Ausente	45	1700	700	16000	210	330	Ausente	Ausente	45	61	40	140	460

IBAMA/COAD/GO
 Proc.: 698610
 72
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO





UHE SERRA DO FACÃO

MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DA UHE SERRA DO FACÃO

Relatório Técnico Referente ao Mês de Janeiro de 2010

Fase de Enchimento

Abril / 2010

EM BRANCO



EQUIPE TÉCNICA

Coordenadora do laboratório

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Kátia Bittar Haddad

Biólogo Wagner Batista Xavier

Biólogo Paulício Maconi Filho

Bióloga Lívia Ferreira e Silva

Téc. Aline Caetano Luz

Químico Brunno Misofante da Silva Gomides

Química Andréia Cintra Braga

Consultor

Prof. Dr. Luis Mauricio Bini

EM BRANCO



Sumário

1. Introdução	01
2. Objetivos	01
3. Características gerais do futuro reservatório da UHE Serra do Facão	02
4. Métodos	02
4.1. Localização dos pontos de coleta	02
4.2. Coleta e análise dos parâmetros físicos e químicos	05
4.3. Toxicidade crônica da água para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	07
5. Resultados	08
5.1. Variáveis abióticas	08
5.2. Variáveis bacteriológicas	26
5.3. Toxicidade crônica da água para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	28
5.4. Índice de Qualidade da Água (IQA)	28
5.5. Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA)	31
6. Considerações finais	34
7. Referências	36
ANEXO I - Uso do Solo no Entorno do Trecho Monitorado do AHE Serra do Facão.	37
ANEXO II - Resultados do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em dezembro de 2009 e janeiro de 2010 (período de enchimento do reservatório).	46

EM BRANCC





1. Introdução

Este relatório técnico apresenta os resultados obtidos na segunda campanha de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Nessa fase do programa de monitoramento, o principal objetivo é o de quantificar possíveis alterações limnológicas ocorridas após a formação do reservatório, contrastando com os resultados obtidos antes da instalação do empreendimento.

2. Objetivos

O objetivo do monitoramento limnológico, na área de influência do AHE Serra do Facão consiste em caracterizar as águas do rio São Marcos e seus principais afluentes, no trecho de inundação e acompanhar as alterações limnológicas que ocorrerão com a formação do reservatório.

Os objetivos específicos são listados abaixo:

1. Avaliar as condições limnológicas e de qualidade da água atuais de um trecho do rio São Marcos (divisa dos Estados de Minas Gerais e Goiás), onde está prevista a construção do reservatório (incluindo também a região de jusante e alguns afluentes na área de influência do aproveitamento);
2. Monitorar as tendências temporais da qualidade da água do rio São Marcos durante as fases de enchimento do reservatório e operação da usina;
3. Avaliar as condições tróficas do futuro reservatório e monitorar algumas comunidades (planctônicas, bentônicas e de macrófitas aquáticas), bem como avaliar o impacto da formação do reservatório sobre elas;
4. Realizar testes ecotoxicológicos;
5. Reunir os dados necessários para a modelagem matemática visando a simulação de cenários futuros da qualidade das águas;
6. Avaliar se as características limnológicas são condizentes com os padrões de qualidade da água estabelecidos na Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005;
7. Contribuir para o conhecimento científico dos ecossistemas aquáticos da região.

EM BRANCO

3. Características gerais do futuro reservatório da UHE Serra do Facão

A Usina Hidrelétrica Serra do Facão gerará 210 MW de energia, em duas unidades geradoras. A barragem, de concreto convencional, construída no rio São Marcos terá 87 metros de altura máxima e demandou a construção de um túnel de desvio de 292 metros de extensão. O eixo da barragem terá suas ombreiras nos municípios de Catalão e Davinópolis (GO).

Com uma área inundada de 218,8 km², o reservatório em formação será de regularização com deplecionamento de até 23,5 m, podendo variar entre as cotas 756,0 e 732,5 m. Inundará a área de seis municípios, cinco em Goiás (Catalão, Davinópolis, Campo Alegre de Goiás, Ipameri e Cristalina) e um em Minas Gerais (Paracatu).

O reservatório inundará áreas de grandes propriedades rurais que apresentam ocupação esparsa. A principal atividade econômica na região é a pecuária extensiva. Nas médias e grandes propriedades, a agricultura se dá em escala comercial e nas pequenas propriedades a agricultura é de subsistência. Os locais que apresentam maior densidade populacional são Rancharia (margem direita, no município de Campo Alegre de Goiás) e Anta Gorda (margem esquerda, no município de Catalão).

4. Métodos

4.1. Localização dos pontos de coleta

O monitoramento limnológico na área de influência da UHE Serra do Facão abrange um trecho do rio São Marcos, que vai desde o remanso do futuro reservatório até cerca de 10 km a jusante do canal de fuga da usina. No total, entre julho de 2007 e fevereiro de 2008 foram monitorados 9 pontos de coleta (Tabela 1; Figura 1).

Considerando o pequeno número de pontos monitorados à montante da futura barragem, além da inexistência de monitoramento em tributários nessa região, em abril de 2008 foram adicionados 7 locais de coleta à montante da futura barragem, incluindo pontos localizados no rio São Marcos e pontos localizados em tributários desse rio. Assim, a partir de abril de 2008, 16 pontos de coleta vêm sendo monitorados, representando de maneira mais robusta as características limnológicas do trecho do rio São Marcos que é influenciado pela barragem da UHE Serra do Facão.

EM BRANCO

Tabela 1. Localização dos pontos de coleta (UTM).

Ponto	Localização	Latitude	Longitude
1	rio São Marcos, a jusante da barragem, próximo à ponte da rodovia GO-210.	7996203	215055
2	rio São Marcos, cerca de 5 km a jusante da barragem.	7999814	217754
3	rio São Marcos, cerca de 1 km a montante da barragem, próximo à foz do ribeirão São João da Cruz.	8001600	217502
4	rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-506.	8062963	216185
5	rio São Marcos, próximo à travessia da balsa Manoel Souto (Porto Salu).	8062963	228518
6	rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-020.	8076866	232252
7	córrego São Domingos (conhecido como Taquara), cerca de 100 metros a montante de sua foz no rio São Marcos.	7997117	214523
8	rio São Bento, próximo ao posto fluviométrico de Davinópolis.	7994877	222625
9	córrego Fundo, cerca de 100 metros a montante de sua foz no rio São Marcos.	7994806	208053
10	rio São João da Cruz, a 400 m da foz	8003438	217789
11	ribeirão Pires, a 1000 m da foz	8007790	215612
12	ribeirão Buracão, a 200 m da foz	8015150	216305
13	córrego Anta Gorda, a 400 m da foz	8021362	218588
14	ribeirão Segredo, a 300 m da foz	8022782	216734
15	ribeirão Pirapetinga, a 200 m da foz	8028137	218366
16	rio São Marcos, montante da foz do córrego Barreirinho	8031419	219411

EM BRANCO



PRAMA/COAD/IGD
 696/10
 44
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

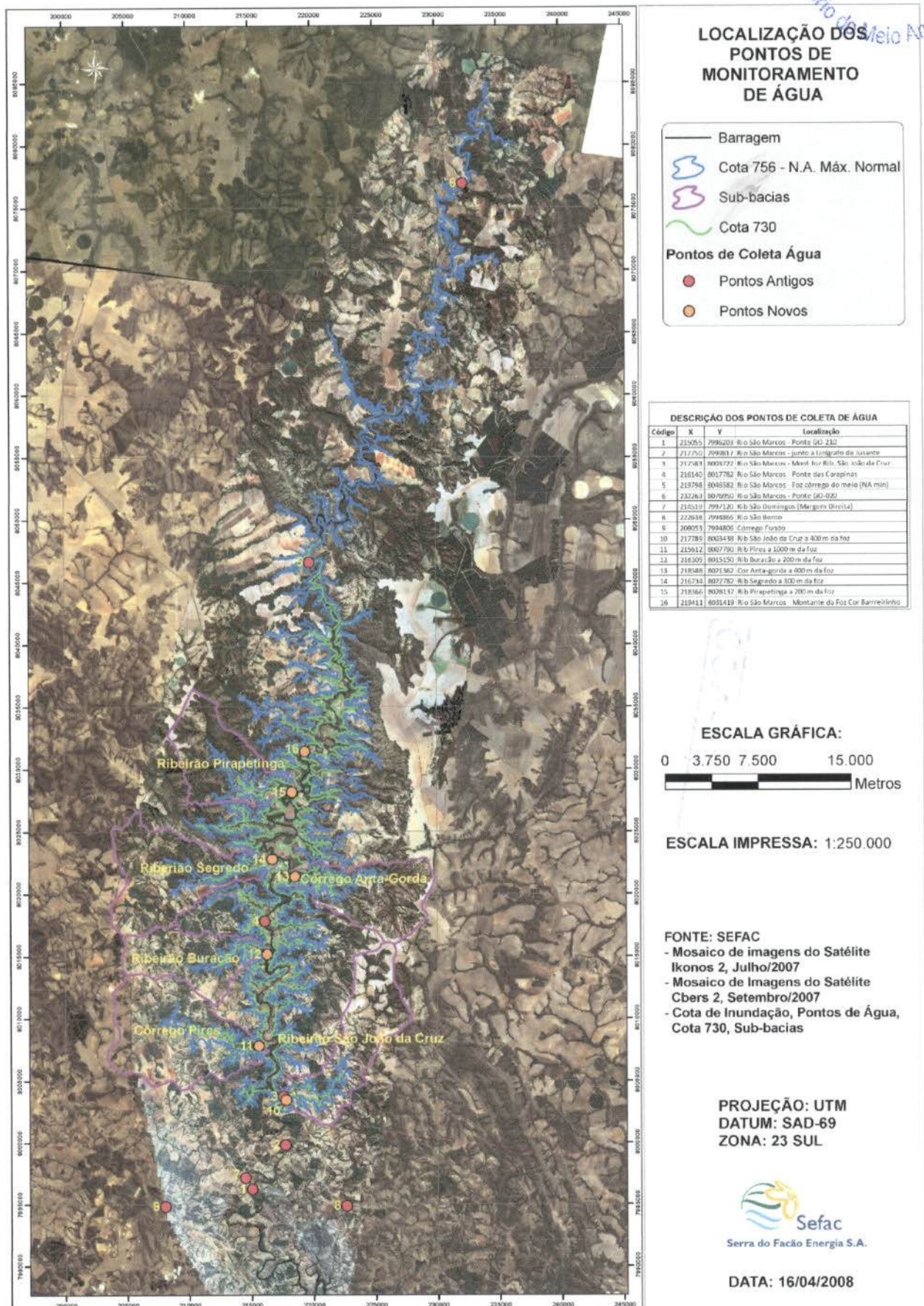


Figura 1. Localização dos pontos de coleta no rio São Marcos e nos tributários.

EM BRANCO

COAD/GO
6961-10
443
Instituto de Meio Ambiente - MMA

4.2. Coleta e análise dos parâmetros físicos e químicos

Em campo, foram obtidos os valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), saturação de oxigênio, temperatura da água (YSI 550A) e temperatura do ar (termômetro de mercúrio). Amostras de água foram coletadas logo abaixo da superfície (aproximadamente 20 cm) com frascos de polietileno e acondicionadas em caixas de isopor com gelo.

A turbidez foi obtida através de um turbidímetro digital Hach. A cor foi determinada através de espectrofotômetro. A alcalinidade foi estimada através de titulação com ácido sulfúrico. A dureza foi determinada através de titulometria/EDTA (2340C, Standard Methods, 2005).

Partes das amostras foram filtradas, no mesmo dia da coleta, em membranas Whatman GF/C. Posteriormente, os filtros foram congelados para determinação das concentrações de material em suspensão total, orgânico, inorgânico e pigmentos. O material em suspensão foi estimado por gravimetria, sendo que a separação entre a fração orgânica e inorgânica foi realizada por calcinação a 500°C (Wetzel e Linkens, 2000). Os pigmentos (clorofila-a e feopigmentos) foram quantificados através da extração com acetona (90%) e leitura em espectrofotômetro a 663 nm, aplicando-se correção para outros compostos dissolvidos e turbidez, resultante da leitura a 750 nm (Golterman et al., 1978). As amostras de água (filtrada e não filtrada) foram congeladas (-20°C) para posterior determinação das formas dissolvidas e totais de nutrientes.

A concentração de ferro foi mensurada através do método da ortofenotrolina, enquanto que a concentração de cloreto foi determinada através de titulometria com nitrato de mercúrio (4500C, Standard Methods, 2005).

A concentração de sulfato foi determinada através de espectrofotometria após formação de sulfato de bário (método 4500E, ver Standard Methods, 2005). A concentração de fenóis foi mensurada através de ionização por chama, enquanto que a concentração de fluoreto total foi obtida através de espectrofotometria após reação com zircônio (método 4500-F, Standard Methods, 2005). A concentração de cianeto foi determinada através de titulometria após destilação. O cloro residual total (combinado + livre) foi obtido através do método iodométrico (método 4500-CI B, Standard Methods).

EMERSON

MA/COADIGO: 696.140
444
MMA
Meio Ambiente

As frações do fósforo foram quantificadas após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro a 882 nm. O fósforo total foi obtido através do método de digestão em autoclave, onde, na presença de um catalisador, a matéria orgânica é oxidada liberando fósforo na forma de ortofosfato (Golterman et al., 1978). O fosfato inorgânico reativo (orto-fosfato) foi determinado diretamente nas amostras filtradas.

O nitrogênio total Kjeldahl foi quantificado com amostras não filtradas que sofreram digestão em elevada temperatura, em meio ácido. Após a digestão, as amostras foram destiladas em aparelho Kjeldahl e o destilado foi titulado com ácido clorídrico 0,01 N (Mackereth et al., 1978). A quantificação do nitrato foi realizada através do método de redução do cádmio e leitura em espectrofotômetro a 400 nm (Método 4500-NO₃⁻ E, Standard Methods, 2005). A concentração de nitrito foi determinada através do método colorimétrico onde o nitrito reage com o ácido sulfanílico, formando um composto que é determinado em espectrofotômetro a 507 nm (4500-NO₂⁻ B, Standard Methods, 2005). A concentração de nitrogênio amoniacal foi determinada através do método do fenol, onde o indofenol é formado através da reação com amônia, hipoclorito e fenol. A leitura é feita em espectrofotômetro a 655 nm (método 4500-NH₃ F, Standard Methods, 2005).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) foi determinada através da medida do consumo de oxigênio nas amostras durante uma incubação de cinco dias, a uma temperatura constante. A DQO foi mensurada com o método da oxidação da matéria orgânica por uma mistura em ebulição de ácido crômico e ácido sulfúrico (bicromato de potássio em meio ácido) (método do refluxo fechado).

A concentração de óleos e graxas foi obtida através de extração com um solvente (Hexano – 5520B do Standard Methods), enquanto que a concentração de fenóis foi mensurada através do método 5530 (Standard Methods);

A detecção de coliformes totais e fecais (termotolerantes) seguiu a metodologia dos tubos múltiplos.

A determinação de metais pesados na água seguiu as seguintes metodologias descritas em APHA (2005):

EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
Piso: 696/10
Fls: 45
Rtd: [assinatura]
Ministério do Meio Ambiente - MMA

- Alumínio dissolvido: espectrofotometria de plasma acoplado (ICP- 3120);
- Cádmio total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120B);
- Chumbo total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120B);
- Cobre: método de plasma acoplado (ICP – método 3120);
- Cromo total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120);
- Manganês total: espectrofotometria de plasma acoplado.
- Mercúrio total: espectrofotometria de absorção atômica a vapor frio (método 3112B).
- Níquel: método de plasma acoplado (ICP – método 3120);
- Urânio total: determinado através de espectrofotometria de plasma acoplado (método 3500U).
- Zinco total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120B).

A determinação de metais pesados na água foi realizada no laboratório da Bioagri Ambiental Ltda, localizado em Piracicaba, SP.

4.3. Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*

No ensaio de toxicidade crônico o organismo aquático utilizado é o cladócero *Ceriodaphnia dubia*. Em geral, os efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos são classificados em: agudos, crônicos e não tóxicos. O efeito agudo é caracterizado por uma resposta severa e rápida (e.g. morte dos organismos) a um estímulo, que é detectado rapidamente (0 a 96 horas). O efeito crônico consiste na resposta a um estímulo que continua por longos períodos de exposição ao poluente (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo) e podem ser expressas através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas e de reprodução.

Quando os efeitos agudos ou crônicos são detectados nas amostras de água, é possível inferir que os respectivos ambientes analisados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática. Caso seja detectada toxicidade, será realizado a Avaliação e Identificação de Toxicidade (AIT), para identificar o grupo de compostos que causam a toxicidade e realizar as análises químicas necessárias.

O ensaio de toxicidade foi realizado no laboratório da Bioagri Ambiental Ltda, localizado em Piracicaba, SP, segundo o procedimento da NBR 13373, 2003.

EM BRANCO

5. Resultados

5.1. Variáveis abióticas

Em janeiro de 2010, a temperatura média do ar durante os trabalhos de campo foi igual a 26,2°C (Figura 2A). Os valores da temperatura da água variaram entre 23,8°C e 29,4°C (Figura 2B). Em média, esses valores foram superiores aos demais mensurados no ano de 2009 (valores médios iguais a 24,29°C em fevereiro de 2009; 22,41°C em abril; 19,62°C em junho; 22,0°C em agosto; 24,6°C em outubro; 25,2°C em dezembro e 26,9°C em janeiro de 2010) (Figura 2B). Assim, é possível observar um padrão de variação sazonal nos valores de temperatura da água, tendo em vista que os menores valores foram freqüentemente mensurados entre os meses de abril e agosto.

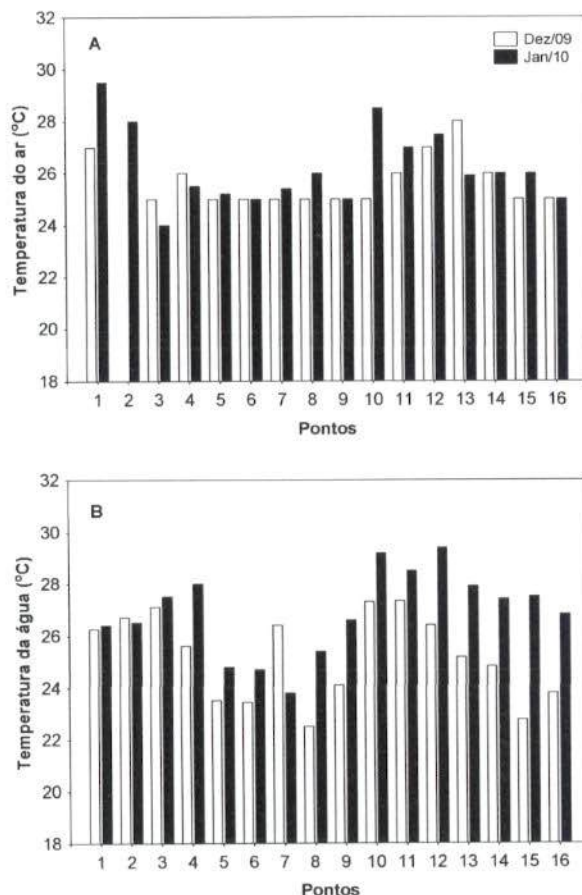


Figura 2. Valores de temperatura ambiente (A) e temperatura da água (B) no reservatório da UHE Serra do Facão, mensurados em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

O oxigênio dissolvido é o principal fator limitante à vida aquática, com limite inferior de cerca de 4,0 mg/L para peixes. Sua disponibilidade no

EM BRANCO

COAD/GO
696/10
447
Meio Ambiente - MMA

ambiente aquático depende de trocas com a atmosfera e da produção pelos organismos fotossintéticos, como fontes, e das demandas bioquímica (oxidação de matéria orgânica) e química (oxidação de íons como o ferro e o manganês), perdas para atmosfera (favorecidas pelo aquecimento da coluna d'água) e respiração de organismos aquáticos, como fenômeno de redução (Esteves, 1998).

Em janeiro de 2010, as concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 2,33 mg/L (ponto 15 – ribeirão Pirapetinga) e 6,79 mg/L (ponto 5 – rio São Marcos) (Figura 3). Assim, nesse mês, os pontos 3, 4 (rio São Marcos), 10 (rio São João da Cruz), 11 (ribeirão Pires), 12 (ribeirão Buracão), 13 (córrego Anta Gorda), 15 (ribeirão Pirapetinga) e 16 (rio São Marcos) apresentaram concentrações de oxigênio inferiores ao limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de março de 2005 para águas da classe 2 (5,0 mg/L).

Em média, houve redução nas concentrações desse gás no mês de dezembro de 2009 e janeiro de 2010, comparando com os meses anteriores de 2009 (média igual a 6,78 mg/L em fevereiro de 2009; 5,81 mg/L em abril; 7,29 mg/L em junho; 6,89 mg/L em agosto; 7,31 mg/L em outubro; 5,65 mg/L em dezembro de 2009 e 5,04 mg/L em janeiro de 2010). Esse resultado é consequência do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Durante esse período, ocorre a decomposição da matéria orgânica inundada, resultando em menores concentrações de oxigênio dissolvido.

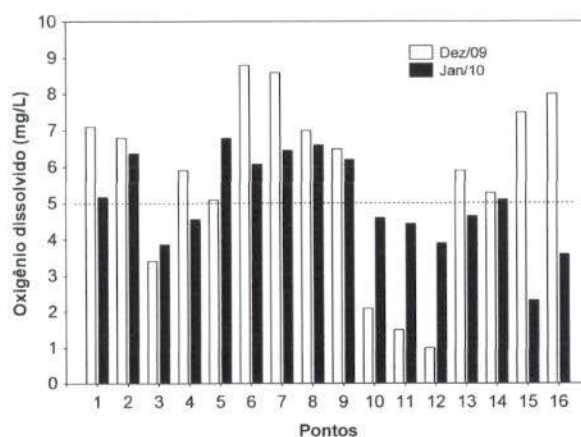


Figura 3. Concentrações de oxigênio dissolvido mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

EM BRANCO

Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática

A turbidez da água é causada pela matéria inorgânica e orgânica suspensa, como por exemplo, argila, silte, partículas de carbonato, matéria orgânica particulada fina, plâncton e outros organismos microscópicos (Wetzel e Likens, 2000). Em resumo, indica a capacidade da água em dispersar a radiação luminosa. Esse indicador de qualidade da água é expresso, na maioria dos casos, como unidades de turbidez nefelométrica (NTU = "Nephelometric Turbidity Units"). O aumento da turbidez da água pode comprometer, direta ou indiretamente, os múltiplos usos de um ecossistema aquático. Minimamente, o aumento da turbidez decorrente de ações antrópicas pode diminuir o valor estético de um corpo de água. No entanto, a turbidez pode aumentar os custos do tratamento da água para fins de abastecimento público, uma vez que esta deve ser virtualmente eliminada para a desinfecção efetiva. O material particulado também pode fornecer sítios de fixação de metais pesados (e.g. cádmio, chumbo e mercúrio) e pesticidas.

Em janeiro de 2010, os valores de turbidez variaram entre 1,9 NTU e 237 NTU (ponto 7 - córrego São Domingos) (Figura 4). Nesse mês, somente o ponto 7 apresentou valor superior ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU). Em 2009, somente o ponto 6, no mês de fevereiro, e os pontos 5, 6 e 7 em dezembro, haviam apresentado valor de turbidez superior ao referido limite.

De maneira geral, o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresenta águas com elevada transparência, ou seja, baixa turbidez. Os maiores valores de turbidez foram mensurados durante o período de chuvas, principalmente em fevereiro de 2008 e fevereiro e dezembro de 2009. Tais resultados corroboram àqueles freqüentemente obtidos no trecho monitorado.

EM BRANCO

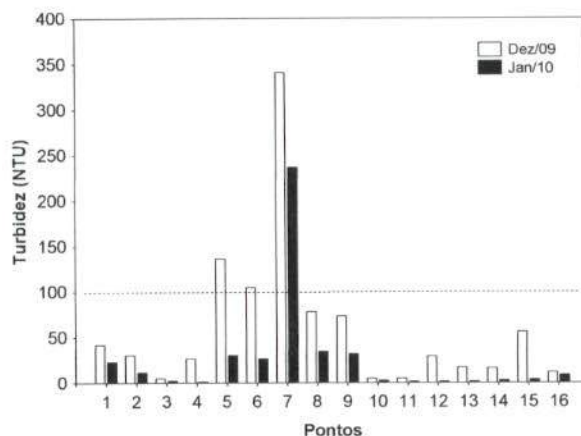


Figura 4. Valores de turbidez mensurados em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

Em janeiro de 2010, os valores de cor variaram entre 1 mg Pt/L e 146 mg Pt/L (ponto 7 - córrego São Domingos) (Figura 5). Nesse mês, somente o ponto 7 apresentou valor de cor superior ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (75 mg Pt/L), assim como observado em dezembro de 2009. De maneira geral, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, a maior parte do trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou valores de cor inferiores ao referido limite.

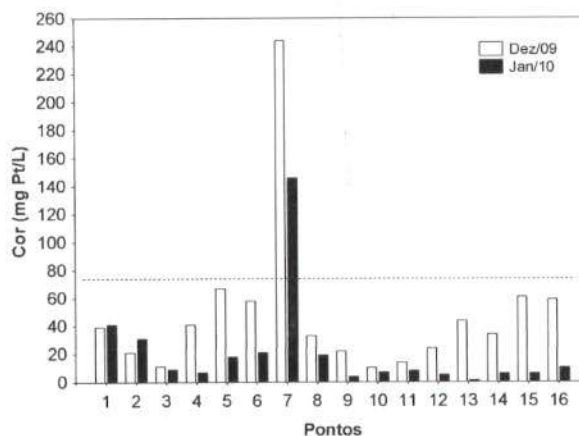


Figura 5. Valores de cor mensurados em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

Em janeiro de 2010, as concentrações de material em suspensão total variaram entre 4,0 mg/L e 169 mg/L (ponto 7 – córrego São Domingos) (Figura 6A). Em média, as maiores concentrações de material em suspensão foram obtidas em fevereiro de 2008 (média igual a 117,9 mg/L), dezembro de 2009 (90,6 mg/L) e fevereiro de 2009 (65,1 mg/L), ou seja, no período de chuvas. Além disso, é possível observar que a maior fração do material em suspensão

EM BRANCO

ATA DO COMISSÃO DE LICENCIAMENTO Nº 096/10
 450
 Meio Ambiente - MMA

na água é de origem inorgânica (valores médios em janeiro de 2010 igual a 8,06 mg/L de material em suspensão orgânico e 18,37 mg/L de material em suspensão inorgânico) (Figura 6B e C).

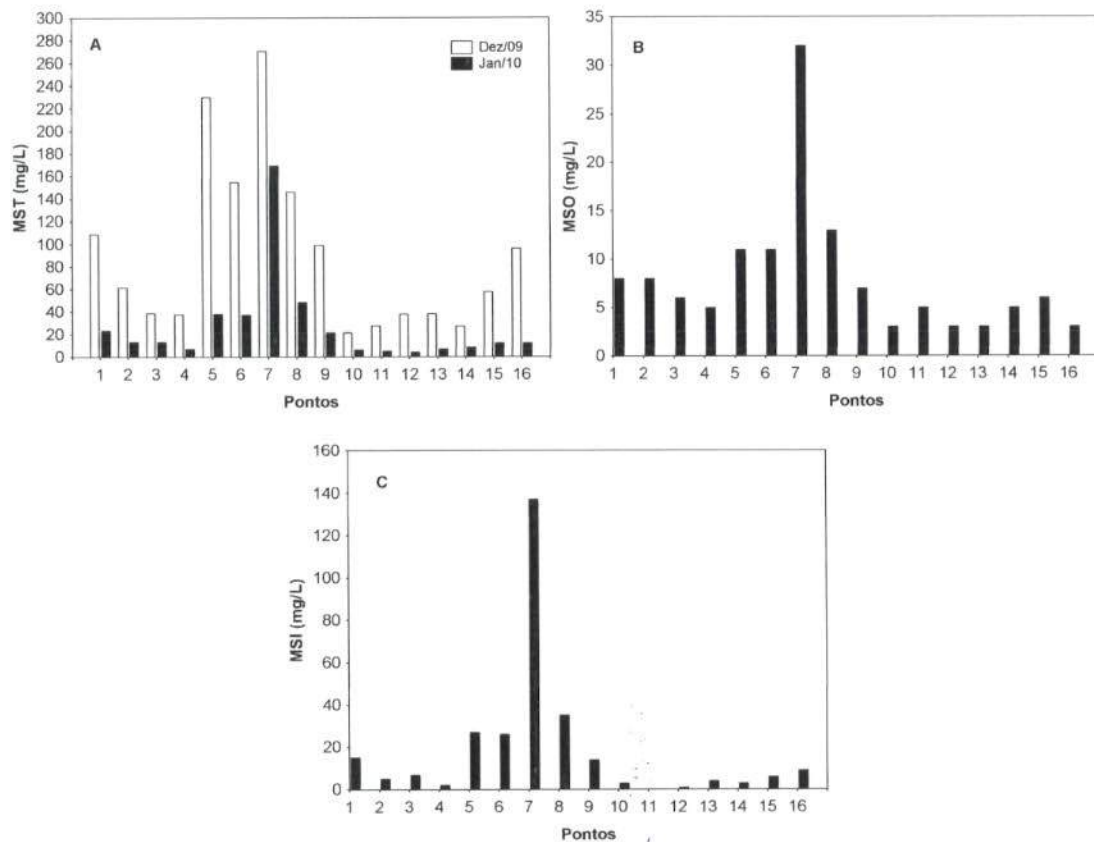


Figura 6. Concentrações de material em suspensão total (MST; A), material em suspensão orgânico (MSO; B) e material em suspensão inorgânico (MSI; C).

pH, condutividade elétrica, STD e dureza – Carbono inorgânico

Em janeiro de 2010, os valores do pH oscilaram entre 6,16 e 8,0 (ponto 6 – rio São Marcos) (Figura 7). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de pH dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (6,0-9,0).

EM BRANCO

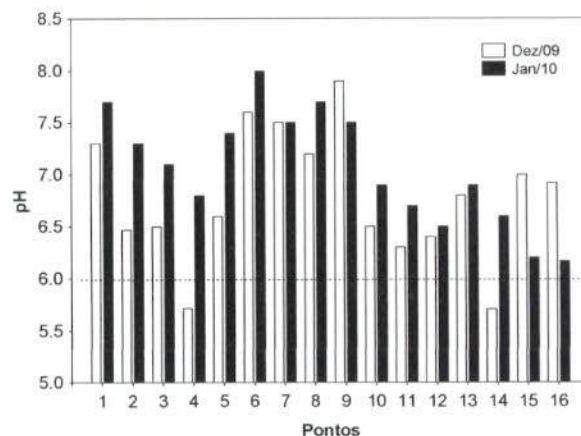


Figura 7. Valores de pH obtidos entre fevereiro e dezembro de 2009. A barra destacada em vermelho representa o mês de dezembro de 2009.

A condutividade elétrica indica a capacidade de condução da corrente elétrica de uma solução que é dependente da concentração de íons na água. Em janeiro de 2010, os valores de condutividade elétrica variaram entre 5,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 14 – ribeirão Segredo) e 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 8A). Em média, tais valores foram similares àqueles registrados em dezembro de 2009, início do período de enchimento do reservatório (valores médios iguais a 25,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em dezembro de 2009 e 25,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em janeiro de 2010). Além disso, pode-se observar que, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, os maiores valores de condutividade elétrica foram mensurados no ponto 9 (córrego Fundo).

De maneira similar, em janeiro, a maior concentração de sólidos totais dissolvidos (STD; 95 mg/L) foi mensurada no ponto 9 (Figura 8B). Além disso, ao longo de todo o período de monitoramento limnológico, as concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD) também foram maiores no ponto 9. Além disso, todos os locais sempre apresentaram valores de STD inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA (500 mg/L).

EM BRANCO



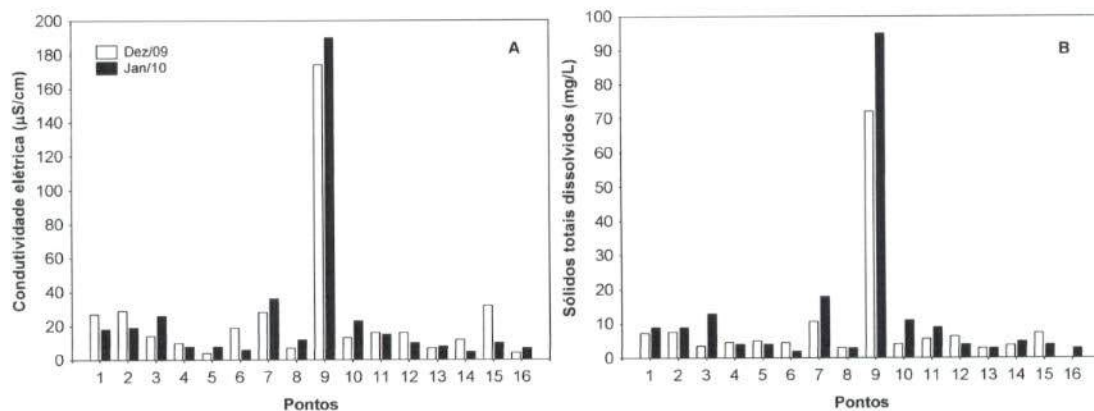


Figura 8. Valores de condutividade elétrica obtidos em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

A dureza da água depende basicamente da concentração de sais de cálcio e magnésio dissolvidos. Estes íons normalmente ocorrem sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e são importantes também para a condutividade, pH e alcalinidade. Águas com teores destes sais inferiores a 125 mg/l são classificadas como moles; de 125 a 230 mg/l, como médias ou ligeiramente duras e de 230 a 450 mg/l como duras. Esta classificação não tem aplicação biológica, somente é importante em termos de tratamento de água (Baumgarten e Pozza, 2001). Em janeiro de 2010, os valores de dureza variaram entre 4,0 mg/L e 72 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 9). Assim, o trecho monitorado pode ser classificado como apresentando águas moles. Além disso, houve um decréscimo em tais valores, comparando com meses anteriores (valores médios iguais a 29,3 mg/L em fevereiro de 2009; 34,12 mg/L em abril; 30,2 mg/L em junho; 25,7 mg/L em agosto; 25,5 mg/L em outubro; 26,4 mg/L em dezembro e 14,9 mg/L em janeiro de 2010).

A alcalinidade representa a capacidade de neutralização de ácidos apresentada por um ambiente aquático, e está associada à disponibilidade de carbonatos no meio (Esteves, 1998). Em janeiro, os valores de alcalinidade variaram entre 3,0 mg/L e 75 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 10). Em média, tais valores foram similares àqueles mensurados em agosto e dezembro de 2009 (média em janeiro igual a 10,94 mg/L).

Ao longo de todo o período de monitoramento (entre julho de 2007 e janeiro de 2010), o ponto 9 (córrego Fundo) freqüentemente apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza e

EM BRANCO

696/10
452
MMA

alcalinidade, indicando a elevada concentração de íons nesse ambiente, principalmente, íons carbonato e bicarbonato. Por outro lado, em média, houve redução nesses valores mensurados em janeiro de 2010.

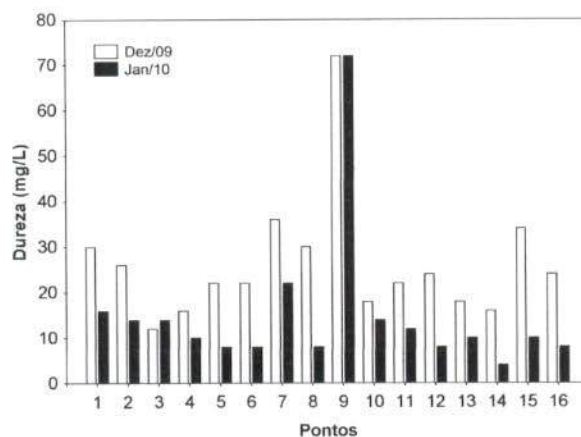


Figura 9. Valores de dureza total obtidos em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

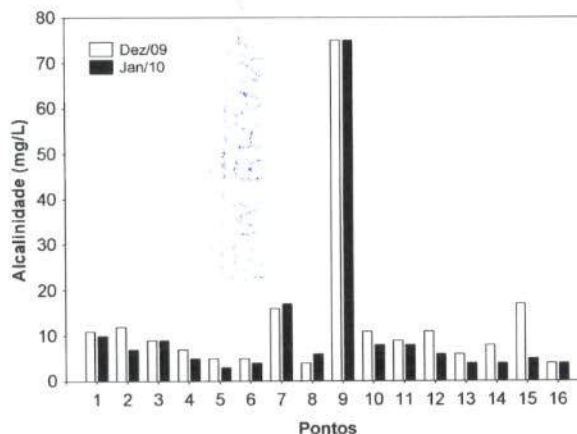


Figura 10. Valores de alcalinidade obtidos em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

Cloreto, sulfato, fluoreto, fenóis totais

Em janeiro de 2010, foram detectadas baixas concentrações de cloreto, variando entre valores inferiores a 0,5 mg/L e 7,5 mg/L (ponto 9; Figura 11). De maneira geral, as concentrações de cloreto foram extremamente similares ao longo de todo o período de monitoramento limnológico. Além disso, todos os trechos monitorados apresentaram concentrações de cloreto inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/L).

EM BRANCO

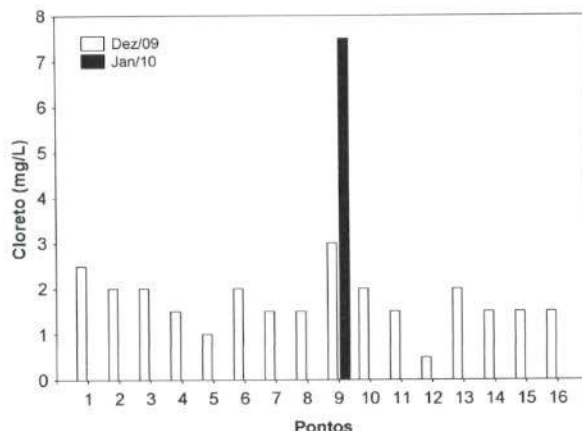


Figura 11. Concentrações de cloreto obtidas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

Assim como observado para as concentrações de cloreto, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, as concentrações de sulfato foram extremamente inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (250 mg/L) (Figura 12). Em janeiro, tais concentrações variaram entre valores inferiores ao limite de detecção do método (<1,0 mg/L) e 8,0 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo).

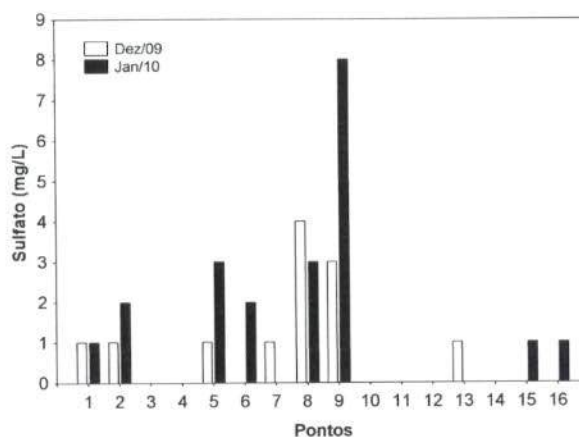


Figura 12. Concentrações de sulfato obtidas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

Os fluoretos podem ocorrer naturalmente associados quimicamente ao magnésio ou ao alumínio, principalmente nos rios, formando complexos. As concentrações de fluoreto mensuradas em janeiro de 2010 variaram entre valores inferiores a 0,01 mg/L e 0,71 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 13). De maneira geral, houve similaridade nas concentrações de fluoreto entre

EM BRANCO

COADIGO
696/10
455
[assinatura]
Ambiente - MMA

os pontos de coleta, com exceção somente do ponto 9 que, freqüentemente, apresentou as maiores concentrações.

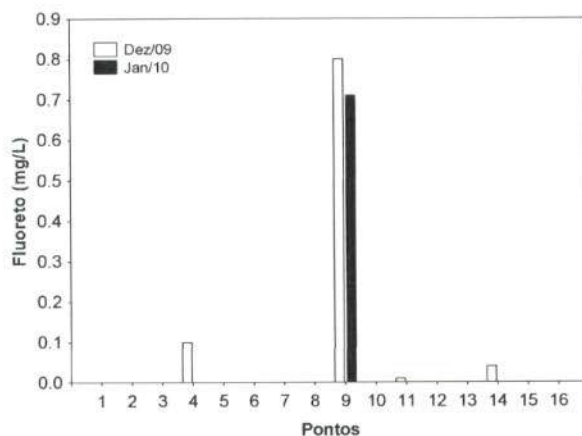


Figura 13. Concentrações de fluoreto obtidas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

As concentrações de fenóis nos ecossistemas aquáticos sofrem alterações em função do lançamento de efluentes não-tratados de refinarias de óleos, indústrias químicas e pela hidrólise e oxidação fotoquímica dos pesticidas agrícolas. Além de tóxico, afeta também as taxas de consumo do oxigênio. Em janeiro de 2010, todos os locais monitorados apresentaram concentrações de fenóis inferiores ao limite de detecção do método (<0,001 mg/L). Dessa maneira, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, todos os valores obtidos foram menores que o limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,003 mg/L).

Ferro, Manganês

Entre todos os íons que interferem na precipitação do fosfato, os de ferro tem o papel mais importante. Assim, em ambientes onde predominam condições de oxidação (altas concentrações de oxigênio) e pH próximo ao neutro, grande parte dos íons de ferro ocorre na forma oxidada (Fe^{3+} = íon férrico), podendo assim, adsorver-se ao íon fosfato, precipitando-o no sedimento (Esteves, 1998). Em ambientes que não estão submetidos a impactos, o ferro e o manganês são registrados em baixas concentrações, pois as suas formas predominantes são as oxidadas, que são mais insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}).

EM BRANCO

Em janeiro de 2010, as concentrações de ferro total variaram entre 0,04 mg/L (ponto 11 – ribeirão Pires) e 0,73 mg/L (ponto 7 – córrego São Domingos) (Figura 14). Em média, tais concentrações foram similares àquelas registradas em dezembro de 2009 (valores médios iguais a 0,23 mg/L em dezembro de 2009 e 0,22 mg/L em janeiro de 2010).

Assim como observado em meses anteriores, em janeiro de 2010, as concentrações de manganês foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,1 mg/L) na maior parte dos pontos monitorados (Figura 15). Nesse mês, a maior concentração (0,03 mg/L) foi obtida no ponto 12 (ribeirão Buracão).

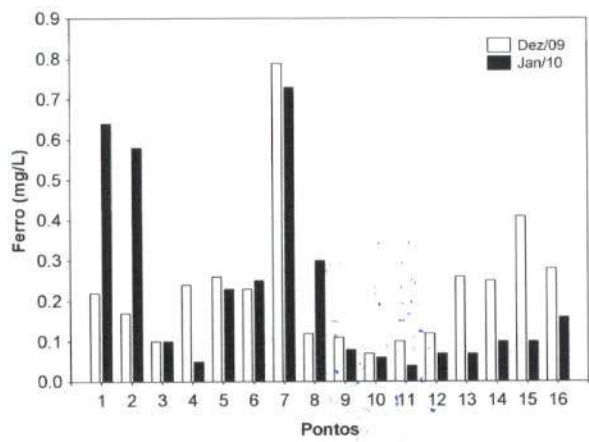


Figura 14. Concentrações de ferro total mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

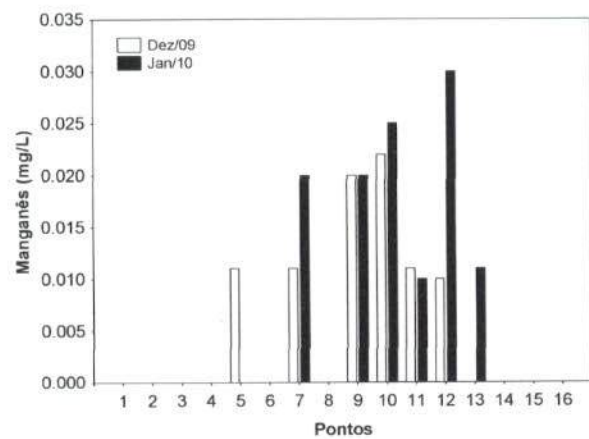


Figura 15. Concentrações de manganês mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

EM BRANCO

ATA DA COMISSÃO DE LICENCIAMENTO DO MEIO AMBIENTE - MMA
Nº: 696/10
Assinatura: [assinatura]

Nutrientes e clorofila-a

O fósforo é um elemento químico essencial à vida aquática e ao crescimento de microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, e, na forma de fosfatos dissolvidos, é um importante nutriente para os produtores primários. Juntamente com o nitrogênio, o fósforo é o principal nutriente responsável pelo processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos (Kalff, 2002; Baumgarten e Pozza, 2001). A variável orto-fosfato assume grande relevância por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos. Em regiões tropicais, o metabolismo dos organismos é maximizado em virtude das elevadas temperaturas. Assim, o orto-fosfato é rapidamente assimilado. Este é um dos principais motivos pelo qual a concentração desta variável é muito baixa, excetuando-se os ambientes artificialmente eutrofizados (Esteves, 1998).

Em janeiro de 2010, as concentrações de orto-fosfato variaram entre 0,0027 mg/L (ponto 12 – ribeirão Buracão) e 0,202 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 16A). As concentrações de fósforo total, que abrange a porção dissolvida e particulada de fósforo, variaram entre 0,007 mg/L (ponto 12 – ribeirão Buracão) e 0,223 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 16B). Nesse mês, os pontos 7 e 9 apresentaram concentrações de fósforo total superiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,05 mg/L; em ambientes lênticos). De maneira geral, concentrações acima de 0,1 mg/L foram obtidas durante o período de chuvas (fevereiro de 2008 e fevereiro e dezembro de 2009), onde ocorre maior escoamento superficial do ambiente terrestre para o sistema aquático, com o conseqüente enriquecimento deste. Em dezembro de 2009, os pontos 5, 7 e 9 também apresentaram concentrações de fósforo total superiores ao referido limite.

EM BRANCO

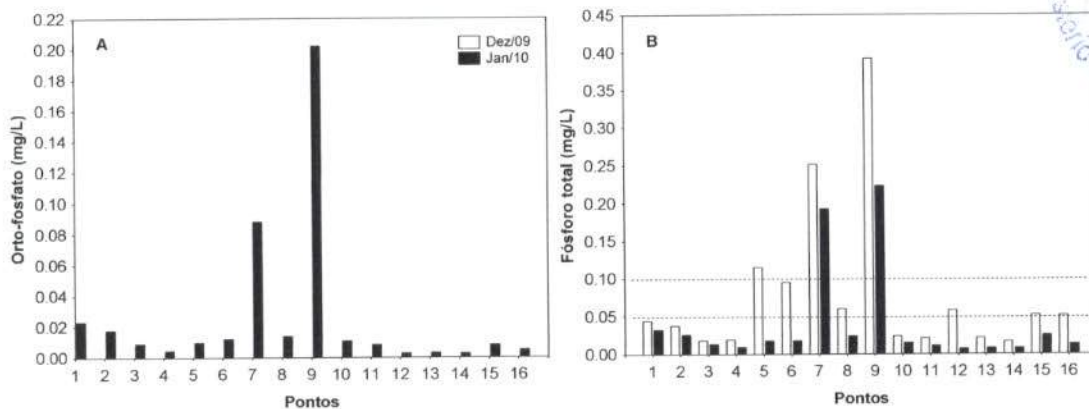


Figura 16. Concentrações de orto-fosfato (A) e fósforo total (B) mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010. A linha tracejada na figura B representa os limites preconizados pela Resolução CONAMA, considerando a transição do ambiente lótico (limite igual a 0,1 mg/L) para o lêntico (limite igual a 0,05 mg/L).

Juntamente com o fosfato, o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Quando presente em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante na produção primária. Dentre as diferentes formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtos primários. O nitrito é encontrado em baixas concentrações notadamente em ambientes oxigenados.

Em janeiro, as concentrações nitrogênio total Kjeldahl (NTK) variaram entre 0,16 mg/L e 0,71 mg/L (ponto 1 - rio São Marcos) (Figura 17A). Em média, tais concentrações foram inferiores àquelas obtidas em dezembro de 2009 (valores médios iguais a 0,31 mg/L em fevereiro de 2009; 0,46 mg/L em abril; 0,21 mg/L em junho; 0,61 mg/L em agosto; 0,59 mg/L em outubro; 0,41 mg/L em dezembro e 0,35 mg/L em janeiro de 2010).

Considerando as formas inorgânicas de nitrogênio, as concentrações de nitrato (NO_3^-), em janeiro, variaram entre valores inferiores ao limite de detecção do método ($< 0,1$ mg/L) e 0,6 mg/L (ponto 7 – córrego São Domingos) (Figura 17B). Em média, tais concentrações foram inferiores àquelas registradas em dezembro de 2009 (valores médios iguais a 0,36 mg/L em fevereiro de 2009; 0,16 mg/L em abril; 0,11 mg/L em junho; 0,11 mg/L em agosto; 0,38 mg/L em outubro; 0,22 mg/L em dezembro e 0,12 mg/L em janeiro

EM BRANCO

de 2010). Ao longo de todo o período de monitoramento, pode-se afirmar que os locais estudados tenderam a apresentar concentrações similares de nitrato:

As concentrações de nitrito (NO_2^-) variaram entre valores inferiores ao limite de detecção do método ($<0,001$ mg/L) e 0,004 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 17C). Em média, houve um decréscimo nas concentrações de nitrito, comparando com dezembro de 2009 (valores médios iguais a 0,009 mg/L em fevereiro de 2009; 0,0082 mg/L em abril; 0,0083 mg/L em junho; 0,0048 mg/L em agosto; 0,0005 mg/L em outubro; 0,003 mg/L em dezembro e 0,0018 mg/L em janeiro de 2010). Assim, tais concentrações foram significativamente inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (1,0 mg/L).

Em janeiro de 2010, as concentrações de nitrogênio amoniacal (NH_3) variaram entre 0,01 mg/L e 0,27 mg/L (ponto 7 – córrego São Domingos) (Figura 17D). De maneira geral, houve redução nas concentrações de nitrogênio amoniacal, comparando com outubro e dezembro de 2009 (valores médios iguais a 0,073 mg/L em fevereiro de 2009; 0,094 mg/L em abril; 0,044 mg/L em junho; 0,089 mg/L em agosto; 0,237 mg/L em outubro; 0,15 mg/L em dezembro e 0,097 mg/L em janeiro de 2010).

De maneira geral, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, todos os pontos monitorados apresentaram concentrações de nitrato e nitrito condizentes com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (10 mg/L para nitrato e 1,0 mg/L para nitrito). Além disso, de acordo com a referida resolução, o limite estipulado para a concentração de nitrogênio amoniacal é dependente do valor de pH. Em ambientes com valores de pH inferiores a 7,5, o valor máximo permitido de nitrogênio amoniacal é igual a 3,7 mg/L; em ambientes com valores de pH entre 7,5 e 8,0 o valor máximo permitido é 2,0 mg/L. Assim, o trecho monitorado apresenta concentrações condizentes com àqueles estabelecidos pela resolução.

Ressalta-se que, durante o período de enchimento do reservatório (dezembro de 2009 e janeiro de 2010), tais concentrações também foram inferiores aos referidos limites.

EM BRANCO



CONAMA/COAD/GO
696/10
460
Departamento de Meio Ambiente - MMA

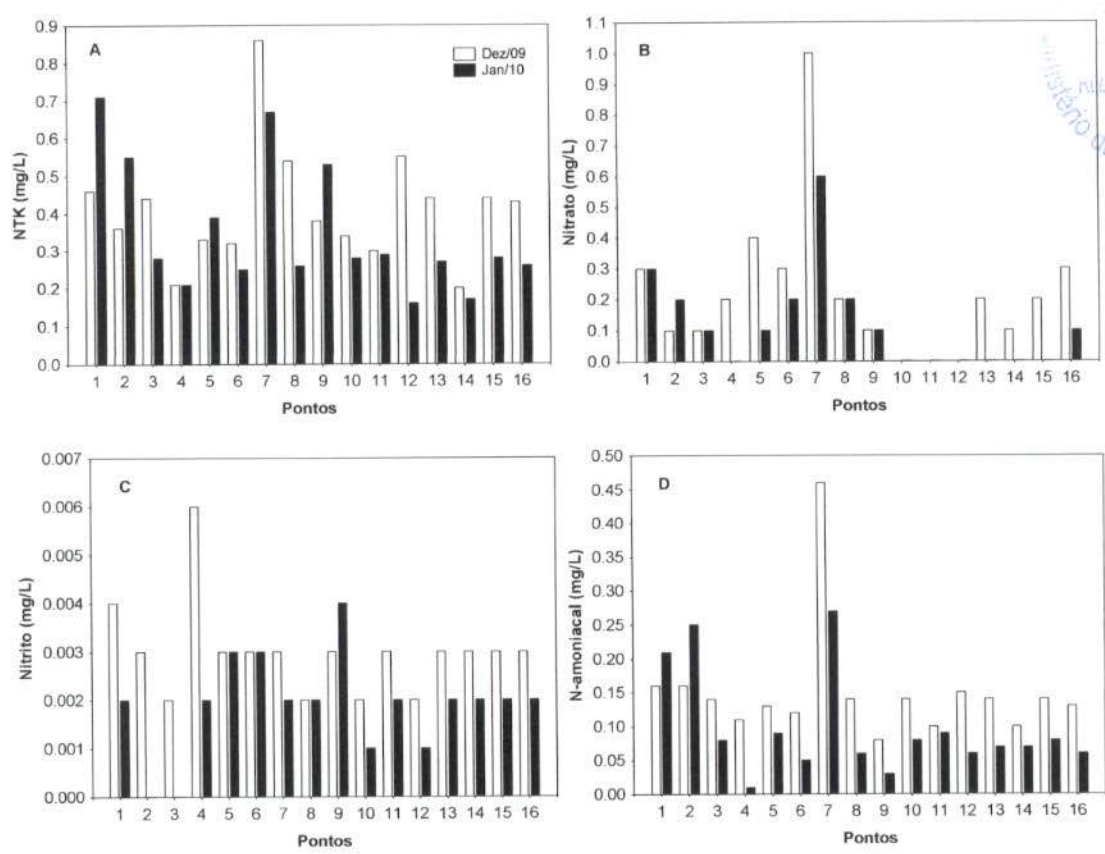


Figura 17. Concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK; A), nitrato (B), nitrito (C) e nitrogênio amoniacoal (D) mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

A clorofila-a está fortemente relacionada com a biomassa fitoplanctônica e pode ser considerada a principal variável indicadora do processo de eutrofização. Assim, a determinação dessa variável em monitoramentos limnológicos é imprescindível. Em janeiro de 2010, as concentrações de clorofila-a variaram entre valores inferiores a 0,01 µg/L e 19,2 µg/L (pontos 1 e 7 – rio São Marcos e córrego São Domingos, respectivamente) (Figura 18A). De maneira geral, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, foi possível observar as baixas concentrações de clorofila-a em todos os pontos de coleta. Além disso, todos os locais apresentaram concentrações menores que o limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (30 µg/L).

Os feopigmentos correspondem aos produtos de degradação da clorofila-a e podem ser abundantes na coluna de água. Quando ocorre a morte das células, a clorofila-a é rapidamente degradada por fotooxidação, ou gradualmente sob a ação de agentes físicos, químicos ou bioquímicos. Uma

EM BRANCO

FEAMA/COAD/GO
 696/4
 461
 [assinatura]

vez produzidos, os feopigmentos ficam retidos na coluna de água ou são depositados. Devido à mistura constante das águas, os feopigmentos podem ser ressuspensos. Em janeiro, a concentração de feofitina variou entre valores inferiores ao limite de detecção do método e 18,7 µg/L (ponto 10 – rio São João da Cruz) (Figura 18B).

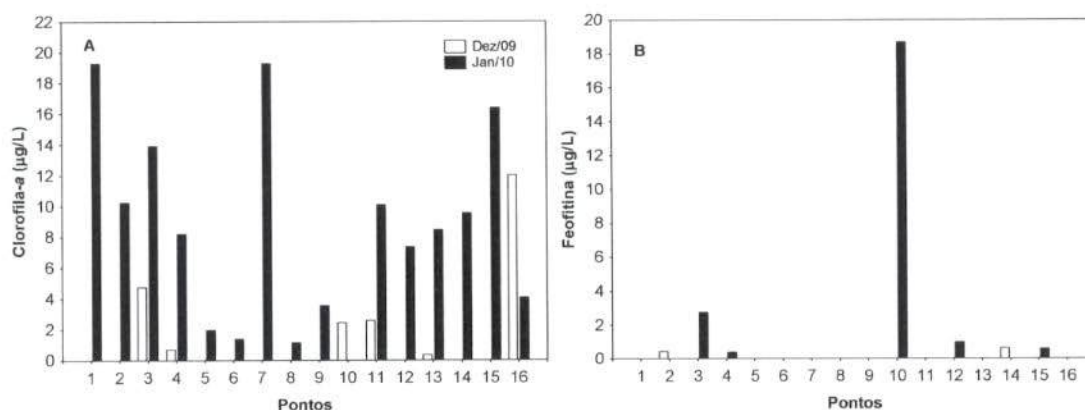


Figura 18. Concentrações de clorofila-a (A) e feofitina (B) mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

DBO₅ e DQO

A DBO₅ é definida como a quantidade de oxigênio utilizada, pelos microorganismos presentes em uma amostra, na oxidação da matéria orgânica para uma forma inorgânica estável (Kalff, 2002). Ecossistemas com baixa velocidade da água, que recebem grandes quantidades de efluentes orgânicos e/ou de matéria orgânica derivada de fontes difusas, podem apresentar elevadas taxas de respiração que promovem a demanda biológica/bioquímica de oxigênio (DBO₅). A Demanda Química de Oxigênio (DQO) representa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. No teste de DQO, além da matéria orgânica biodegradável, também é oxidada a matéria orgânica não biodegradável e outros componentes inorgânicos (sulfetos, por exemplo).

Em janeiro, os valores de DBO₅ variaram entre 0,5 mg/L e 2,0 mg/L (ponto 16 - rio São Marcos, montante da foz do córrego Barreirinho) (Figura 19). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de DBO₅ inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (5,0 mg/L). De fato, o trecho monitorado na área de influência do AHE Serra do

EM BRANCO

Facção freqüentemente apresenta baixos valores de DBO₅, mesmo considerando o período de enchimento do reservatório (dezembro de 2009 e janeiro de 2010). Concentrações superiores a 5,0 foram detectadas somente em dezembro de 2007, nos pontos 1 e 2.

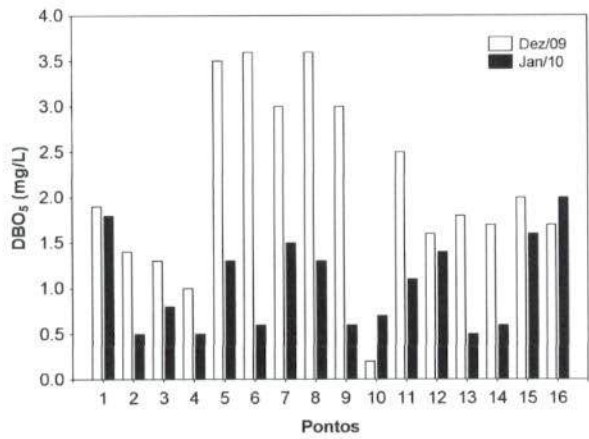


Figura 19. Valores de DBO₅ mensurados em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

As concentrações de DQO variaram entre 1,0 mg/L e 7,0 mg/L (pontos 16 - rio São Marcos, montante da foz do córrego Barreirinho) (Figura 20). Em 2009, as maiores concentrações de DQO foram registradas em agosto e dezembro (média igual a 3,63 mg/L em fevereiro de 2009; 2,72 mg/L em abril; 12,4 mg/L em agosto; 4,8 mg/L em outubro; 11,5 mg/L em dezembro e 3,62 mg/L em janeiro de 2010).

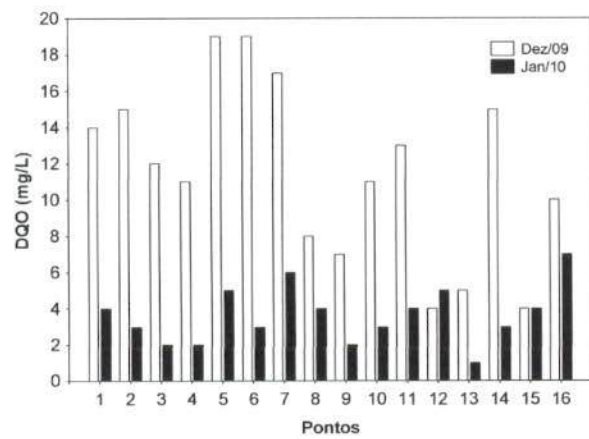


Figura 20. Valores de DQO mensurados em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

EM BRANCO

IPAMA/COAD/GO
Pino: 6961/10
46
Meio Ambiente - IPAMA

Óleos e graxas

Consideram-se “óleos e graxas” os materiais recuperados nas condições de análise devido à sua solubilidade em um solvente orgânico específico para a análise química em questão, com propriedades físicas semelhantes. Incluem, além dos hidrocarbonetos, ácidos graxos, sabões, gorduras, óleos e ceras e também outros materiais cuja extração química pelo solvente seja possível. A maior dificuldade encontrada no estabelecimento do limite oficial tolerável para óleos e graxas está no fato de este parâmetro não possuir categorias químicas definidas, mas incluir milhares de compostos orgânicos com variáveis físicas, químicas e propriedades toxicológicas diferentes (Baumgarten e Pozza, 2001). Quando presentes em quantidade excessiva, os óleos e graxas podem interferir nos processos biológicos aeróbicos e anaeróbicos, causando ineficiência do tratamento de águas residuais. Em janeiro de 2010 todos os locais monitorados apresentaram concentração “virtualmente ausente” de óleos e graxas, estando de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Cianetos

O íon cianeto tem alta afinidade com muitos metais, formando então compostos metálicos. O cianeto é altamente tóxico e letal, mesmo em baixas concentrações. Entre julho de 2007 e janeiro de 2010, as concentrações de cianeto foram inferiores a 0,005 mg/L em todos os pontos monitorados, ou seja, menores que o limite de detecção do método e inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA.

Metais pesados

A maioria dos metais é encontrada naturalmente no ambiente como traços, dissolvidos e não-dissolvidos, produzindo efeitos danosos quando presentes em excesso ou mesmo em baixas concentrações. Os elementos com toxicidades mais elevadas em ambientes aquáticos são: cádmio, cromo, mercúrio, níquel, chumbo e, em menor grau, cobre e zinco.

Entre julho de 2007 e janeiro de 2010, as concentrações cádmio (<0,001 mg/L), chumbo (<0,01 mg/L), cromo (<0,01 mg/L), mercúrio (<0,0002 mg/L), urânio (<0,001 mg/L) e zinco (<0,01 mg/L) foram abaixo do limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Tabela 2). As concentrações de

EM BRANCO

alumínio também foram inferiores ao limite estabelecido pela referida resolução (0,1 mg/L), na maior parte dos meses de monitoramento.

Nesse mês também foram mensuradas as concentrações de cobre e níquel para o cálculo do IVA (Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática). Esses metais também apresentaram concentrações inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA.

Tabela 2. Metais pesados (mg/L) monitorados na área de influência do AHE Serra do Facão, em janeiro de 2010.

Pontos	Alumínio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Urânio	Zinco
P1	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0141
P2	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0235
P3	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0203
P4	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0084
P5	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0506
P6	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0325
P7	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0109
P8	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0279
P9	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0132
P10	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0041
P11	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,04
P12	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0032
P13	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0059
P14	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0035
P15	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0159
P16	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0002	<0,0001	<0,001	0,0185
Resolução Conama n° 357/2005	0,1	0,001	0,01	0,009	0,05	0,0002	0,025	0,02	0,18

5.2. Variáveis bacteriológicas

A presença de coliformes na água indica o potencial da presença de microrganismos patogênicos. Como o grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, isto limita sua aplicação como indicador geral de contaminação fecal. O reconhecimento deste fato levou ao desenvolvimento de métodos de enumeração de um subgrupo de coliformes denominados coliformes fecais (termotolerantes) os quais são diferenciados dos coliformes totais pela sua capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada ($44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$).

Em janeiro de 2010, a densidade de coliformes totais variou entre 240 NMP/100ml (ponto 14 – ribeirão Segredo) e >16000 NMP/100ml (pontos 1 e 7

EM BRANCO

– rio São Marcos e córrego São Domingos) (Figura 21A). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre ausência (pontos 3, 4, 11, 13, 14 e 15) e >16000 NMP/100ml (ponto 7 – córrego São Domingos) (Figura 21B). Assim, nesse mês, os pontos 1, 7 e 8 apresentaram valores de densidade de coliformes fecais superior ao limite estabelecido pela a Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 (1000 NMP/100ml).

Em dezembro de 2009 e janeiro de 2010, período de enchimento, os valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) foram similares. Além disso, de maneira geral, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) inferiores a 1000 NMP/100ml.

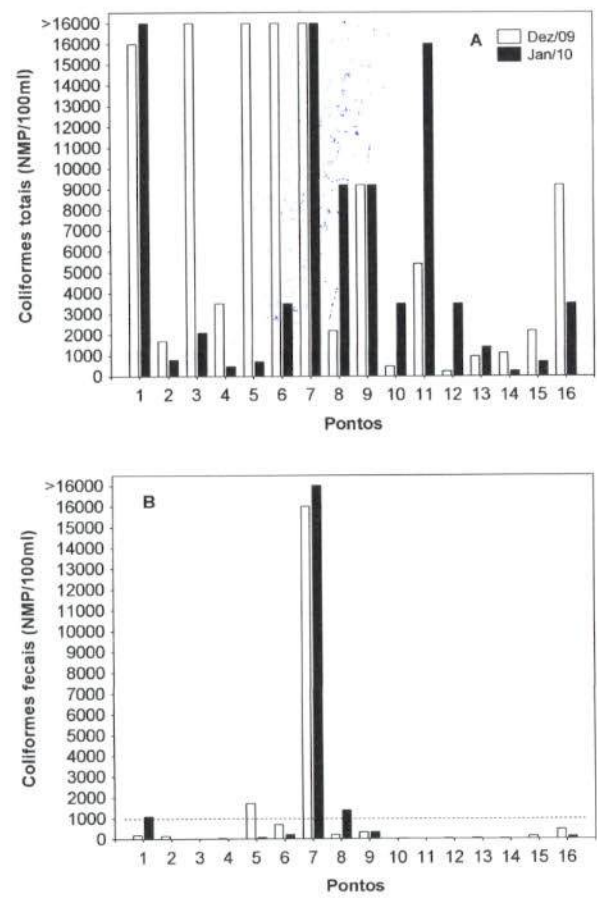


Figura 21. Densidades de coliformes totais (A) e fecais (termotolerantes; B) mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

EM BRANCO

SEAMA/COAD/IGO
696/10
466
MMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

5.3. Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*

Os resultados ecotoxicológicos, obtidos em janeiro de 2010, indicaram toxicidade classificada como crônica na maior parte dos pontos de coleta (pontos 1, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14 e 16) (Tabela 3). Nos demais pontos de coleta foram observados ausência de toxicidade nas amostras de água. Tal resultado não é preocupante, tendo em vista que nenhum ponto de coleta apresentou toxicidade classificada como aguda (morte dos organismos *Ceriodaphnia dubia*).

Tabela 3. Toxicidade crônica mensurada em janeiro de 2010.

Pontos	Toxicidade crônica
1	crônica
2	ausente
3	ausente
4	crônica
5	crônica
6	crônica
7	crônica
8	crônica
9	ausente
10	ausente
11	ausente
12	crônica
13	crônica
14	crônica
15	ausente
16	crônica

5.4. Índice de Qualidade da água (IQA)

Índices de qualidade da água (IQA) são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia geral da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, além de permitir uma comparação entre diferentes cursos d'água. O índice de qualidade de água varia normalmente entre 0 (zero) e 100 (cem), sendo que quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade da água.

O IQA utilizado pela Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA é o mesmo elaborado pela National Sanitation Foundation

EM BRANCO

e adaptado pela CETESB. Este IQA leva em consideração o estabelecimento do abastecimento de água como uso a ser avaliado.

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Coliformes Fecais, Temperatura, pH, Nitrogênio Total, Fostato Total, Turbidez e Resíduo Total.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

onde:

IQA = Índice de qualidade das águas. Um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sendo *n* o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A qualidade das águas interiores, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, pode ser classificada em faixas da seguinte forma (critério CETESB):

IQA	QUALIDADE
80 – 100	Qualidade Ótima
52 – 79	Qualidade Boa
37 – 51	Qualidade Aceitável
20 – 36	Qualidade Ruim
0 – 19	Qualidade Péssima

Em janeiro de 2010, a maior parte dos pontos de coleta apresentou valores de IQA indicando “boa” qualidade da água (Tabela 4). Nesse mês, o

EM BRANCO

696/10
468
MMA

menor valor de IQA foi registrado no ponto 7 (córrego São Domingos), enquanto que os maiores valores foram obtidos nos pontos 2 (rio São Marcos, jusante), 14 (ribeirão Segredo) e 4 (rio São Marcos).

Comparando janeiro com dezembro de 2009 (período de enchimento), houve um leve acréscimo nos valores de IQA. Além disso, os menores valores de IQA foram resultado das baixas concentrações de oxigênio dissolvido em alguns trechos do reservatório, o que era esperado durante esse período de enchimento, tendo em vista a decomposição da matéria orgânica inundada.

Tabela 4. Índice de Qualidade da Água (IQA) nos pontos de coleta.

Pontos	Dez/2009		Jan/2010	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
1	65,621	Boa	59,284	Boa
2	65,419	Boa	74,267	Boa
3	61,589	Boa	69,278	Boa
4	61,231	Boa	71,021	Boa
5	42,276	Aceitável	69,534	Boa
6	58,581	Boa	64,598	Boa
7	45,000	Aceitável	43,776	Aceitável
8	60,942	Boa	62,125	Boa
9	59,509	Boa	64,785	Boa
10	52,744	Boa	65,455	Boa
11	48,144	Aceitável	70,856	Boa
12	46,629	Aceitável	66,932	Boa
13	66,652	Boa	70,705	Boa
14	60,088	Boa	74,115	Boa
15	64,652	Boa	56,395	Boa
16	65,566	Boa	55,683	Boa

De maneira geral, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, os valores de IQA indicaram que o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou “boa” qualidade da água (Figura 22). Os menores valores de IQA foram registrados em fevereiro de 2008 (ponto 4 - 51,6), dezembro de 2008 (ponto 6 - 51,944), fevereiro de 2009 (pontos 5 e 6 - 44,958 e 44,905, respectivamente), abril de 2009 (pontos 1, 2, 4, 5, 6 e 16), dezembro de 2009 (pontos 5, 7, 11 e 12) e janeiro de 2010 (ponto 7) (Figura 22).

EM BRANCO

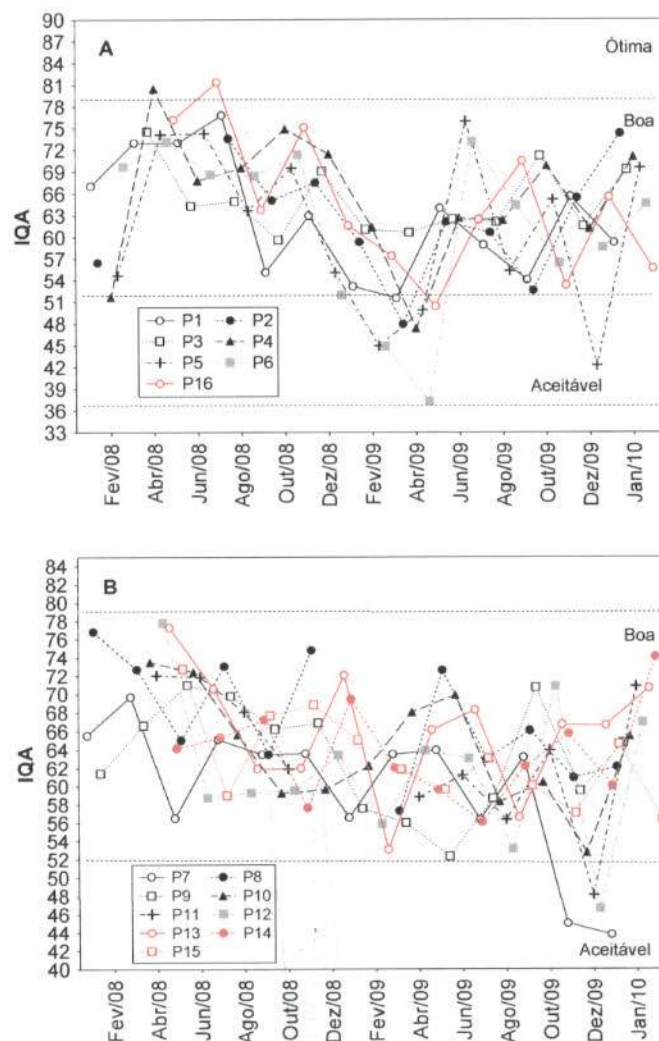


Figura 22. Variabilidade temporal dos valores de IQA (Índice de Qualidade da água) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

5.5. Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA)

O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora aquática. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), parâmetros esses agrupados no IPMCA - Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET - Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo. Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a

EM BRANCO

qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

A proteção das comunidades aquáticas está prevista para corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3. O Índice descreve cinco classificações de qualidade, relacionadas a seguir:

PONDERAÇÃO	QUALIDADE
$IVA \leq 2,5$	Qualidade Ótima
$2,6 \leq IVA \leq 3,3$	Qualidade Boa
$3,4 \leq IVA \leq 4,5$	Qualidade Regular
$4,6 \leq IVA \leq 6,7$	Qualidade Ruim
$IVA > 6,8$	Qualidade Péssima

O IVA – Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática é calculado a partir do IPMCA e do IET, segundo a expressão:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET$$

Em janeiro, os valores do IVA variaram entre 2,2 (qualidade ótima) e 5,6 (ruim; ponto 15) (Tabela 5). De maneira geral, o trecho monitorado não apresentou concentração detectável de contaminantes químicos tóxicos, no entanto, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido em alguns locais resultaram em baixos valores do IVA.

EM BRANCO

Tabela 5. Resultados dos parâmetros utilizados no cálculo do IVA e valores do IVA obtidos em janeiro de 2010 no reservatório da UHE Serra do Facão. NT=Não Tóxico; IPMCA= Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática; IET= Índice do Estado Trófico.

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
OD	5,17	6,37	3,86	4,56	6,79	6,08	6,46	6,6	6,2	4,6	4,44	3,9	4,65	5,11	2,33	3,6
pH	7,7	7,3	7,1	6,8	7,4	8	7,5	7,7	7,5	6,9	6,7	6,5	6,9	6,6	6,2	6,16
Toxicidade	cronica	NT	NT	cronica	cronica	cronica	cronica	cronica	NT	NT	NT	cronica	cronica	cronica	NT	cronica
Cadmio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cobre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Chumbo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Merc	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
fenóis	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
surfactantes	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	0,0141	0,0235	0,0203	0,0084	0,0506	0,0325	0,0109	0,0279	0,0132	0,0041	0,04	0,0032	0,0059	0,0035	0,0159	0,0185
IPMCA	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2
PT	32,62	25,98	13,25	9,37	17,68	18,23	193,14	24,32	223,03	14,91	11,03	7,16	8,27	8,27	25,42	13,25
clorofila	19,27	10,24	13,92	8,19	1,98	1,39	19,27	1,17	3,55	0,00	10,10	7,37	8,46	9,56	16,38	4,10
IET	58,4	56,1	54,9	52,5	50,85	50,21	56,8	50,6	53,07	37,5	53,5	51,44	52,0	52,5	57,2	51,8
	meso	meso	meso	meso	oligo	oligo	meso	oligo	oligo	ultraoligo	meso	oligo	oligo	meso	meso	oligo
IVA	4,4	3,2	4,4	4,4	3,4	3,4	4,4	3,4	2,2	2,9	4,4	3,4	3,4	4,4	5,6	3,4
	regular	boa	regular	regular	regular	regular	regular	regular	otimo	boa	regular	regular	regular	regular	ruim	regular



EM BRANCO

EM BRANCO

condutividade elétrica, ferro, DBO₅ e coliformes fecais (termotolerantes) foram similares entre ambos os meses de coleta.

De maneira geral, a variável que foi significativamente afetada pelo enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão foi o oxigênio dissolvido. As elevadas concentrações de fósforo total e elevadas densidades de coliformes fecais detectadas em alguns locais de coleta também foram obtidas em meses anteriores de monitoramento, onde não houve influência do enchimento. Assim, muitos parâmetros limnológicos foram, principalmente, influenciados pelo regime de precipitação pluviométrica na região.

Além disso, como discutido em relatórios anteriores (outubro e dezembro de 2009), a maior parte do trecho monitorado apresenta área ocupada por pastagem (ANEXO I). Assim, em regiões onde predominam pastagens, durante o período de chuvas, ocorre maior taxa de escoamento superficial, influenciando significativamente as características limnológicas do trecho estudado.

Considerando os valores de IQA, em janeiro, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de IQA indicando “Boa qualidade das águas”, assim como observado em dezembro de 2009. Por outro lado, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valor de IVA indicando condição “regular” para a proteção da vida aquática. O resultado do IVA foi, principalmente, afetado pelas baixas concentrações de oxigênio dissolvido no trecho monitorado.

Através da análise espacial, foi possível observar que o ponto 9 (córrego Fundo) apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza e alcalinidade, indicando a elevada concentração de íons nesse ambiente, principalmente, íons carbonato e bicarbonato. Nesse mês, o ponto 7 (córrego São Domingos) apresentou os maiores valores de turbidez, cor, material em suspensão, ferro total, fósforo total (juntamente com o ponto 9) e coliformes fecais (termotolerantes).

Pressupondo que as águas do sistema monitorado são enquadradas na Classe 2 da Resolução nº 357 de março de 2005 do CONAMA, grande parte do trecho monitorado, em janeiro de 2010, no reservatório da UHE Serra do Facão, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes transgressões foram observadas:

EM BRANCO

CONAMA/COAD/GOIO
69 6/10
474
[Signature]
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - MMA

- concentração de oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L nos pontos 3, 4 (rio São Marcos), 10 (rio São João da Cruz), 11 (ribeirão Pires), 12 (ribeirão Buracão), 13 (córrego Anta Gorda), 15 (ribeirão Pirapetinga) e 16 (rio São Marcos);

- valor de turbidez superior a 100 NTU no ponto 7 (córrego São Domingos);

- valor de cor superior a 75 mg Pt/L no ponto 7 (córrego São Domingos);

- concentração de fósforo total superior a 0,05 mg/L nos pontos 7 e 9 (córrego São Domingos e córrego Fundo, respectivamente);

- densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml nos pontos 1 (rio São Marcos), 7 e 8 (rio São Bento).

De maneira geral, entre julho de 2007 e janeiro de 2010, foi possível observar que todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), sulfato, cloreto, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e clorofila-a inferiores aos limites estabelecidos pela referida resolução.

7. Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: Byrd Prepress Springfield.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 357*, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.

ESTEVES, F. A., 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M., 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific. 214p. (IBP Handbook, no. 8).

KALFF, J., 2002. *Limnology*. New Jersey: Prentice Hall.

MACKERETH, F.Y.H., HERON, J.G., TALLING, J.J. 1978. *Water analysis some revised methods for limnologist*. Ambleside: Freshwater Biological Association. 120p. (Freshwater Biological Association. Scientific Publication, v. 36).

WETZEL, R.G., LIKENS, G.E., 2000. *Limnological analysis*. 2 ed. New York: Spring-Verlag.

EM BRANCO

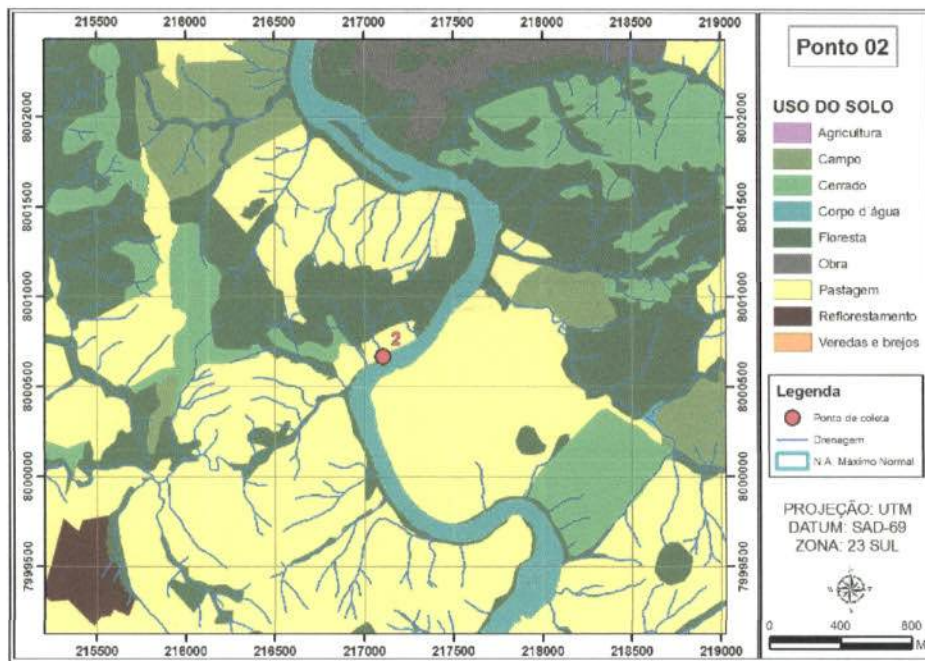
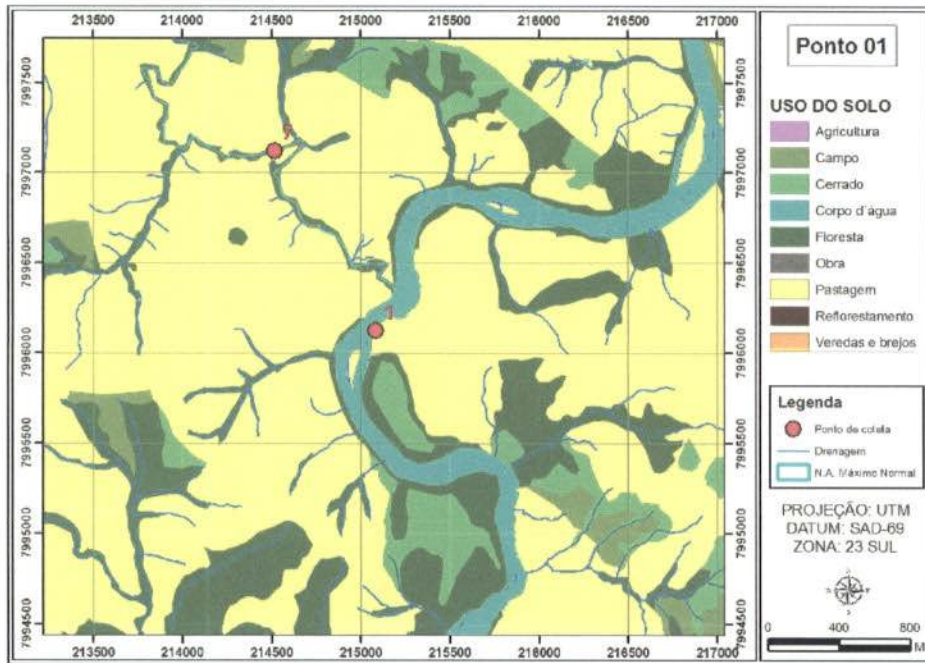


ANEXO I

Uso do Solo no Entorno do Trecho Monitorado do AHE Serra do Facão

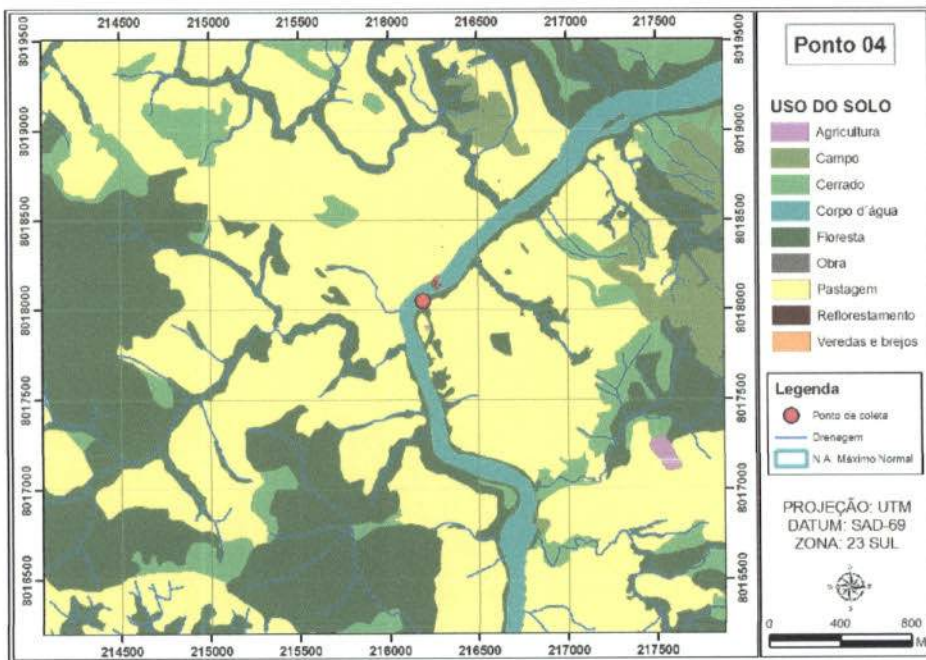
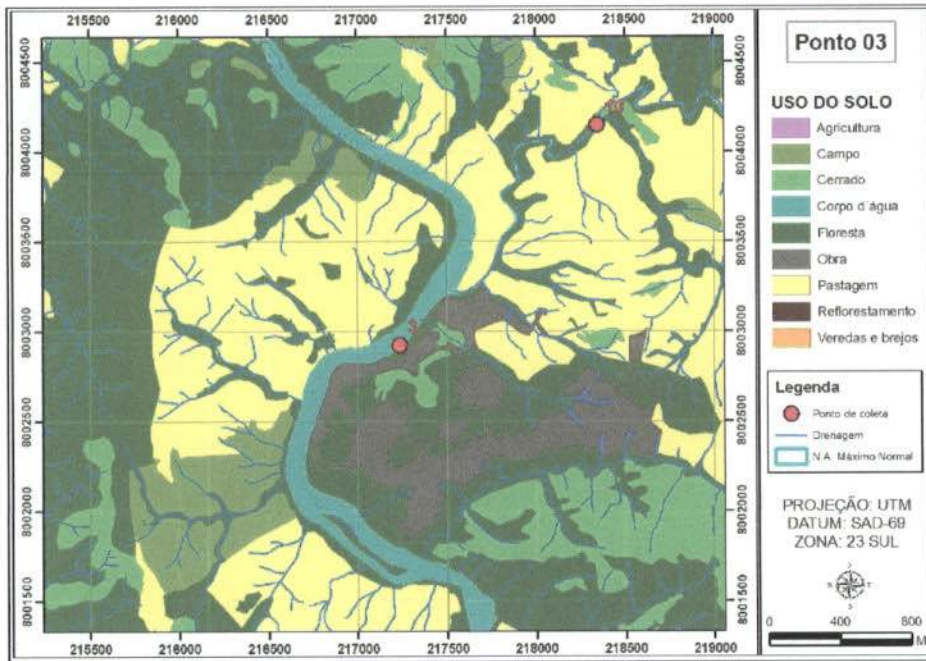
EM BRANCO

MATRÍCULA Nº 696110
 476
 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - MMA



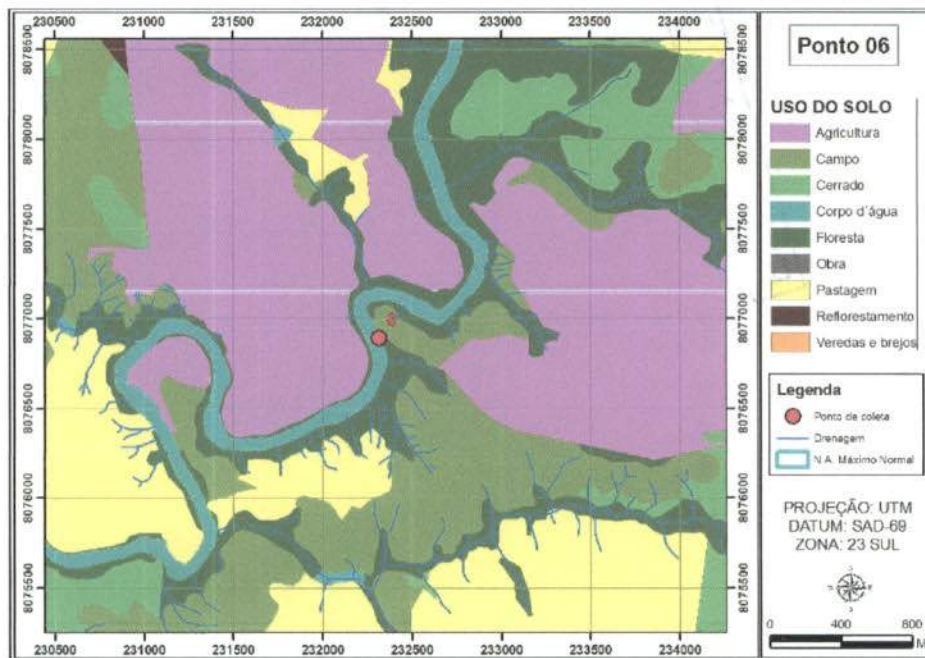
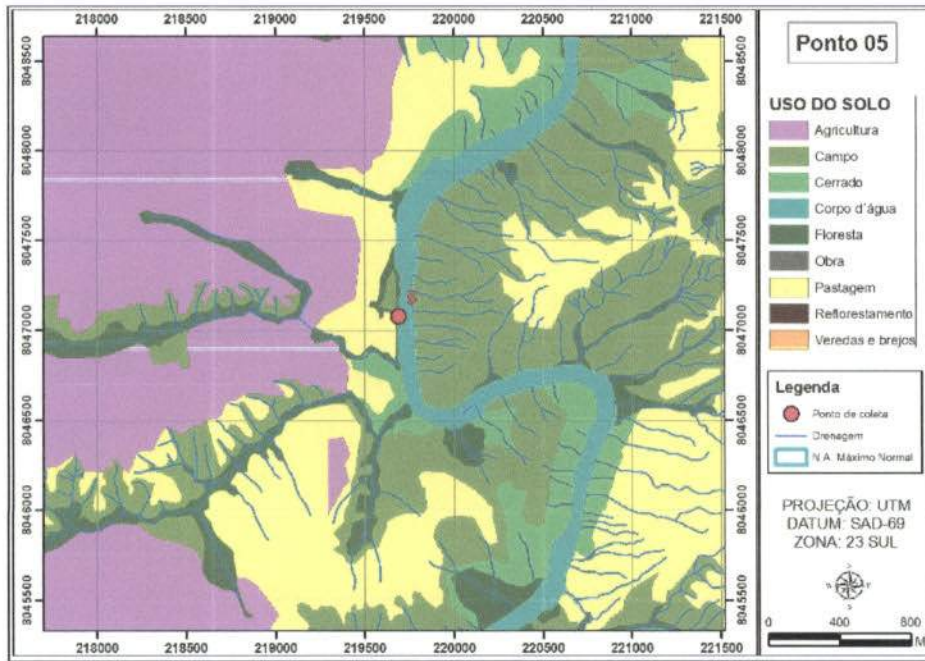
EM BRANCO

696110
 477
 [Signature]
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



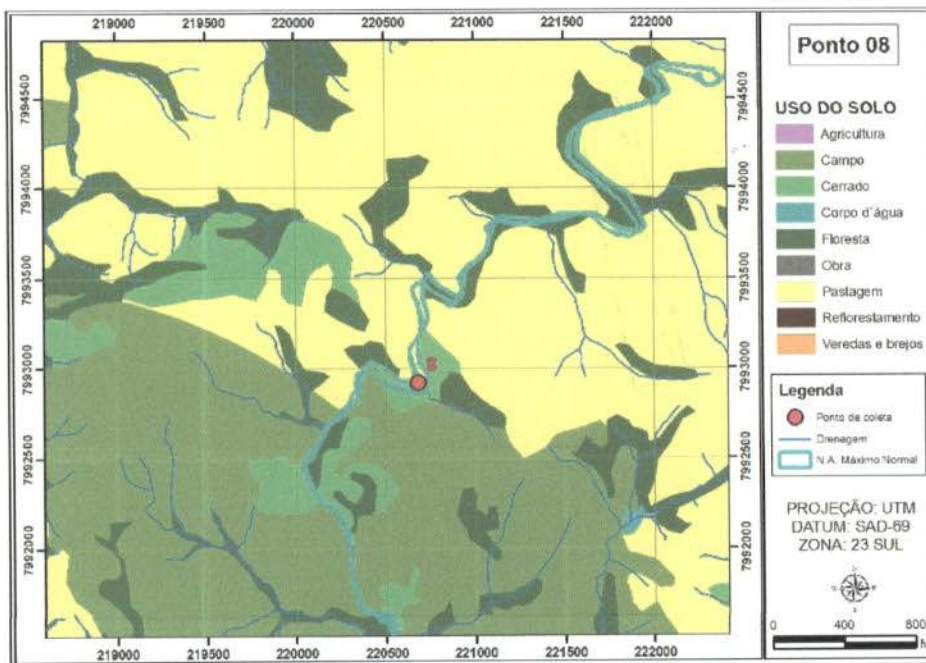
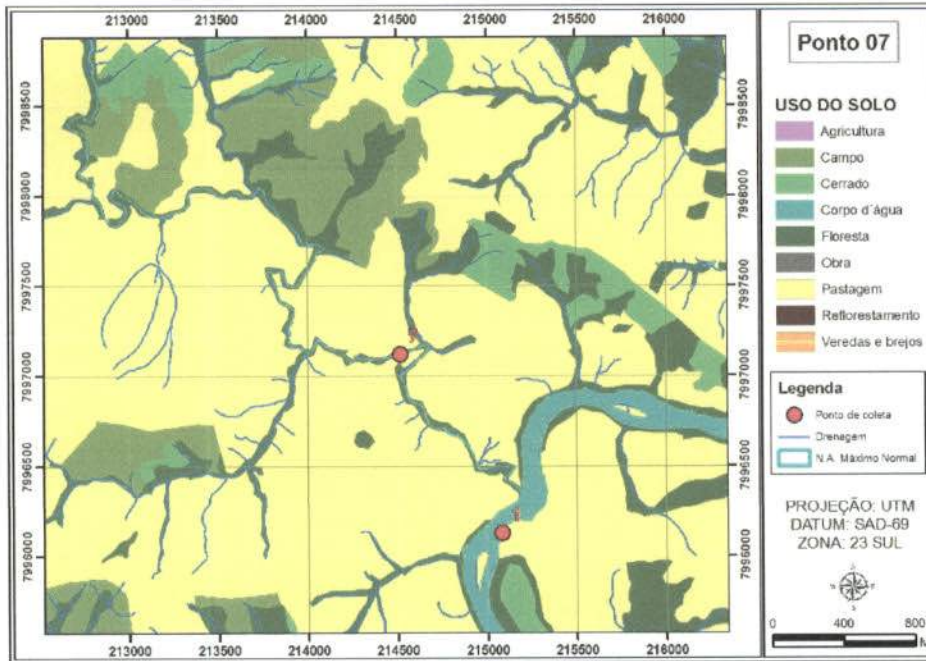


MATRÍCULA Nº: 690/10
 Nº: 478
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

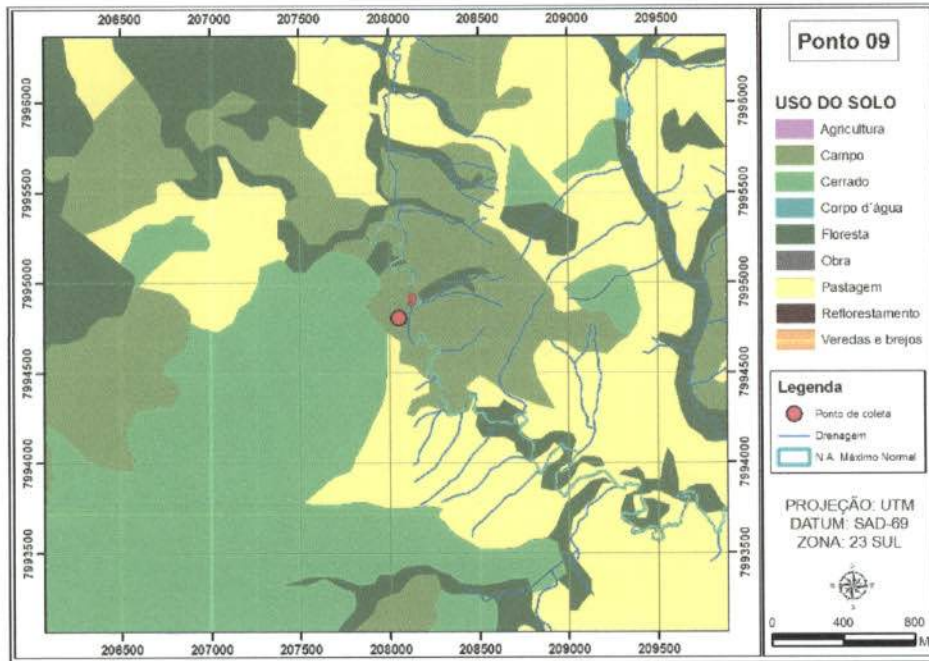


EM FRANCO

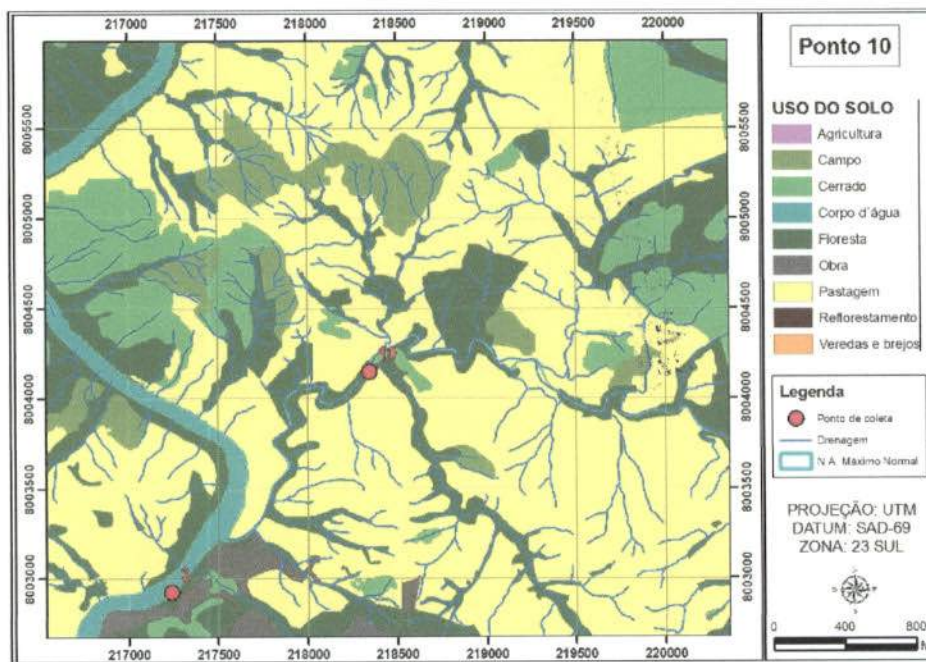
696/10
 4779
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO

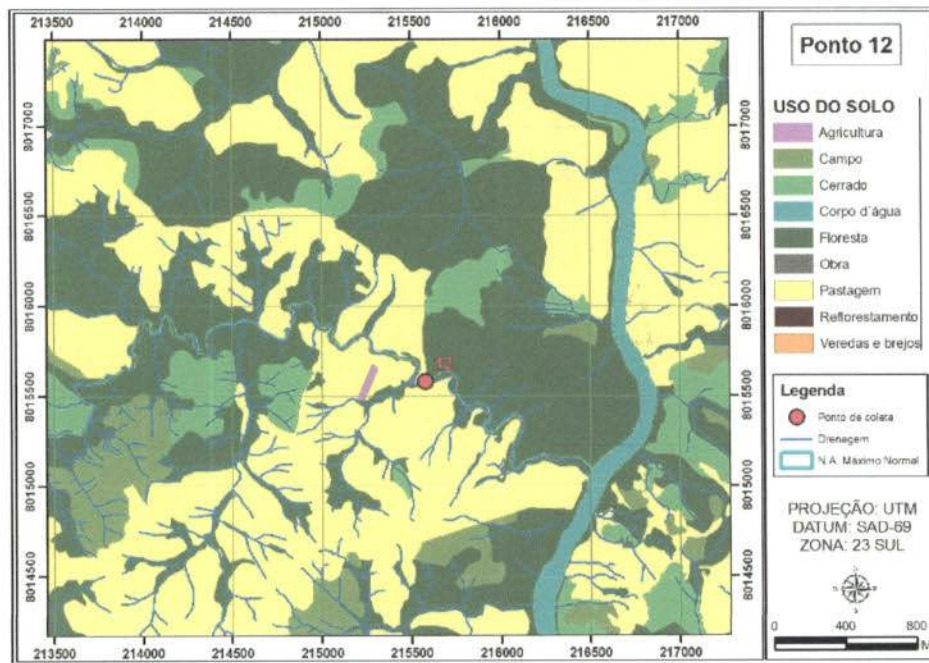
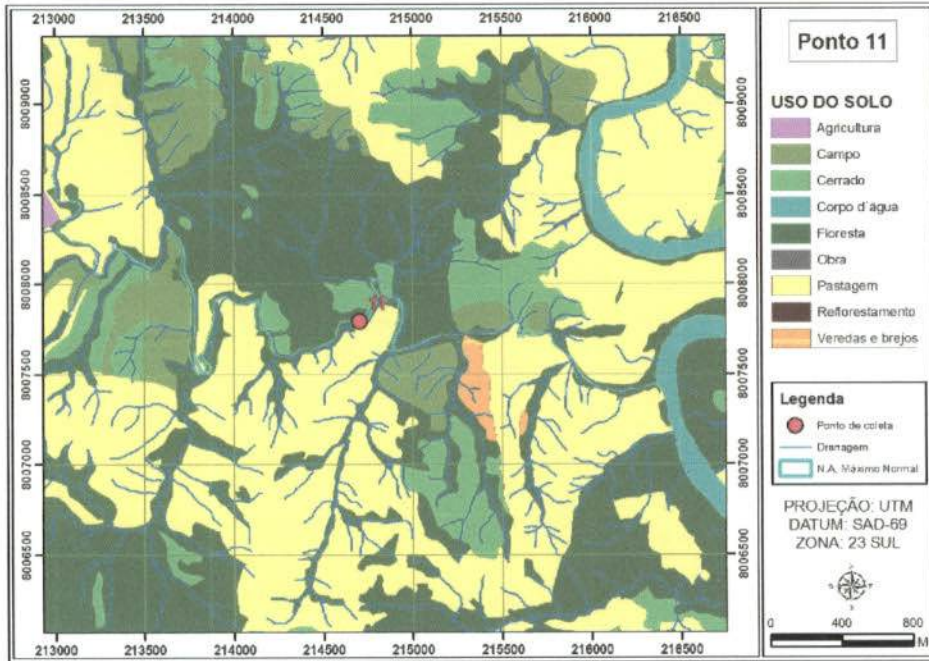


656/10
480
MMA



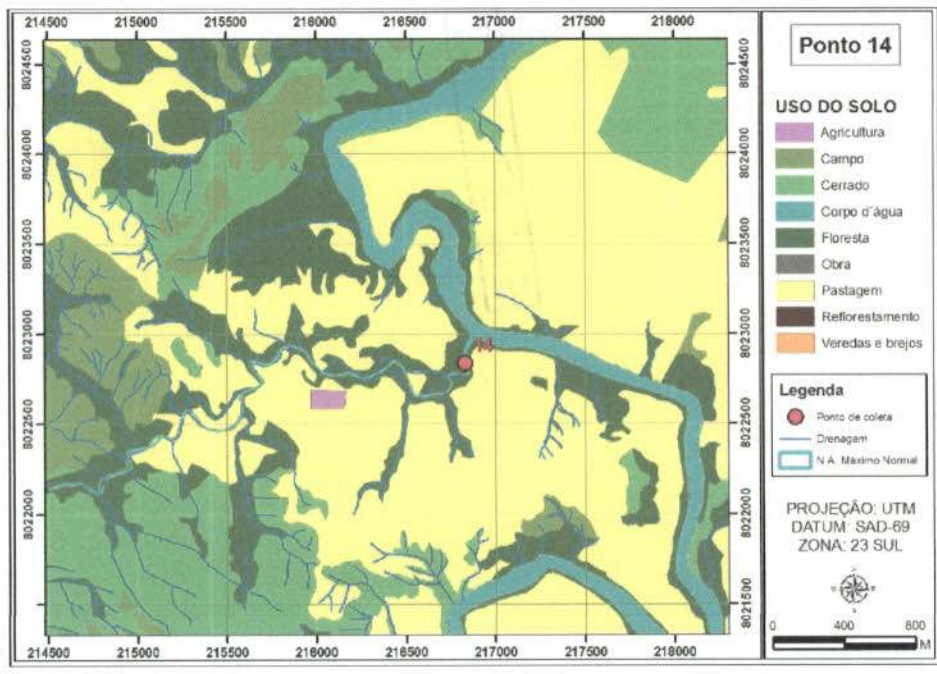
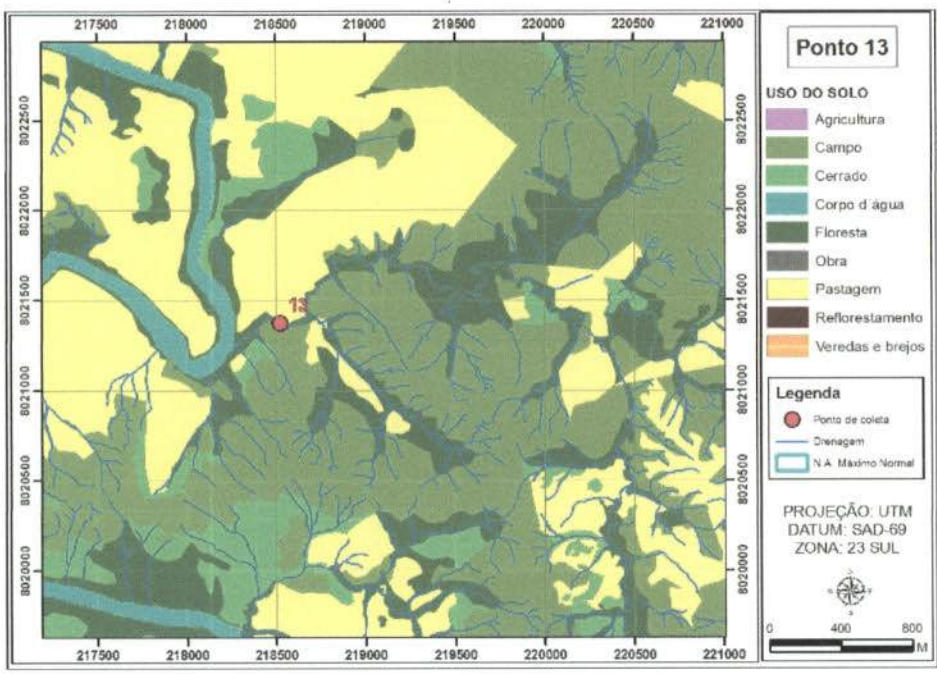


MAICODIGO
 63616
 481
 ANA
 Meio Ambiente - ANA



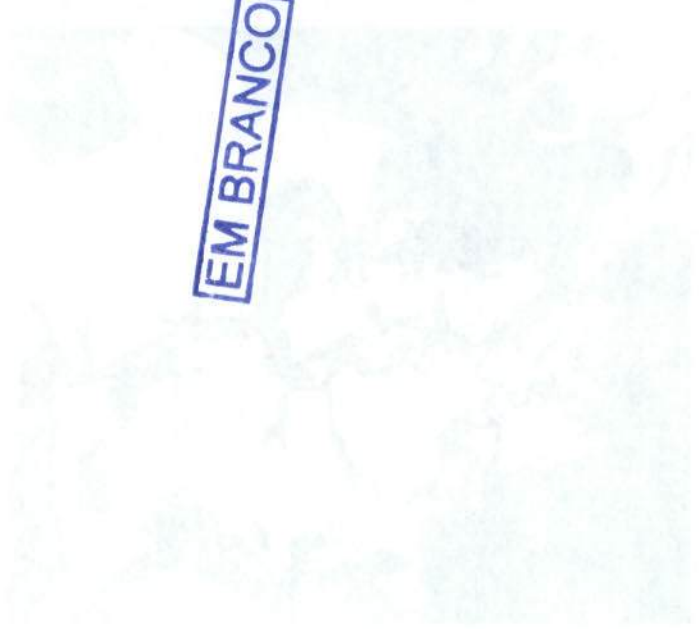
EM BRANCO

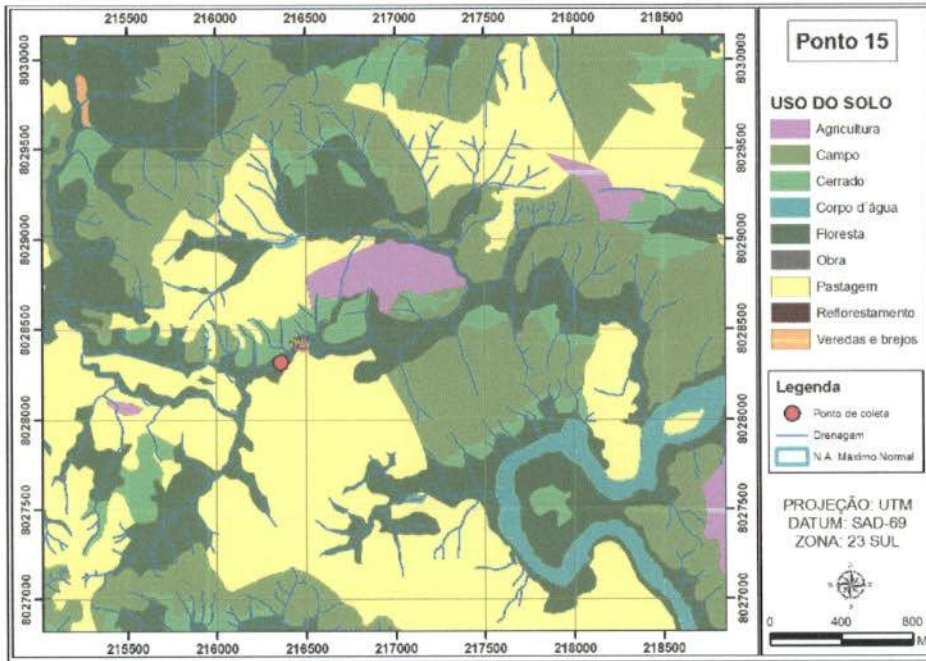
Nº de Arquivo: 68679-0
 Nº de Processo: 482
 Nº de Protocolo: 20
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



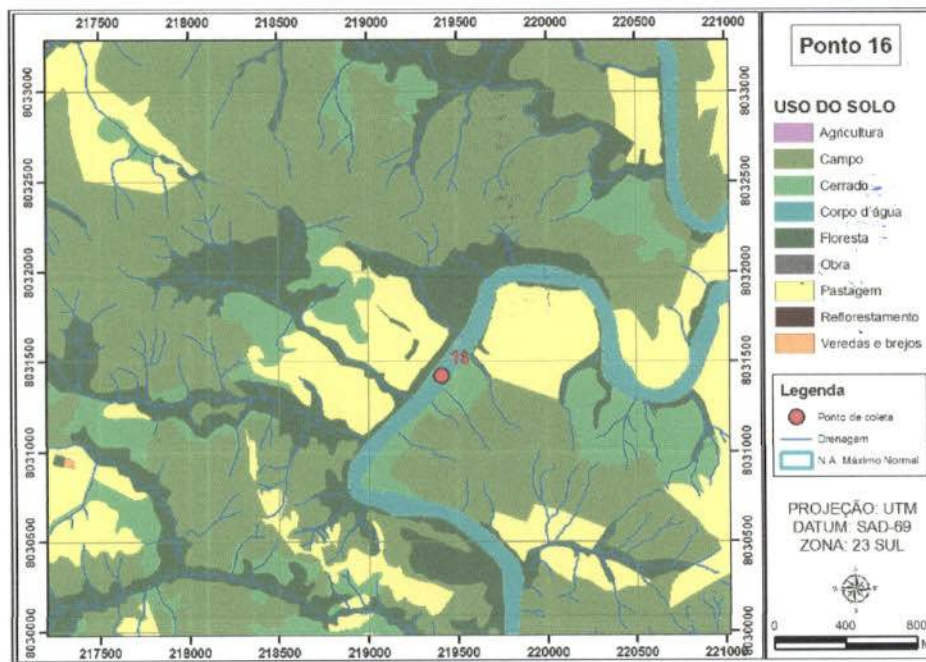


EM BRANCO





696110
985
MMA



EM BRANCO

ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em dezembro de 2009.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	11	12	9	7	5	5	16	4	75	11	9	11	6	8	17	4
Alumínio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cádmio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianetos	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chumbo	<0,1	<0,1	4,77	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,46	2,58	<0,1	0,36	<0,1	<0,1	12,01
Clorofila-a	2,5	2,0	2,0	1,5	1,0	2,0	1,5	1,5	3,0	2,0	1,5	0,5	2,0	1,5	1,5	1,5
Cloreto	27	29	14	10	4	19	28	7	174	13	16	16	7	12	32	4
Condutividade elétrica	39	21	11	41	67	58	244	33	22	10	14	24	44	34	61	59
Cor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	1,9	1,4	1,3	1	3,5	3,6	3	3,6	3	0,2	2,5	1,6	1,8	1,7	2	1,7
DBO ₅	14	15	12	11	19	19	17	8	7	11	13	4	5	15	4	10
DQO	30	26	12	16	22	22	36	30	72	18	22	24	18	16	34	24
Dureza	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fenóis totais	0,22	0,17	0,1	0,24	0,26	0,23	0,79	0,12	0,11	0,07	0,1	0,12	0,26	0,25	0,41	0,28
Ferro	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
Fluoreto	0,044	0,038	0,018	0,019	0,115	0,095	0,251	0,06	0,392	0,024	0,021	0,058	0,022	0,017	0,052	0,051
Fósforo total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,011	<0,01	0,02	0,022	0,011	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês	108,74	61,38	38,49	37,42	230	154,5	270,37	145,9	98,9	20,89	27,38	37,62	38	27,16	57,53	96
MST	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Mercurio	0,46	0,36	0,44	0,21	0,33	0,32	0,86	0,54	0,38	0,34	0,3	0,55	0,44	0,2	0,44	0,43
NTK	0,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
Nitrato	0,004	0,003	0,002	0,006	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Nitrito	0,16	0,16	0,14	0,11	0,13	0,12	0,46	0,14	0,08	0,14	0,1	0,15	0,14	0,1	0,14	0,13
Nitrogênio amoniacal	4,7	0,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	6,4	5,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Óleos e graxas	7,1	6,8	3,4	5,9	5,1	8,8	8,6	7,0	6,5	2,1	1,5	1,0	5,9	5,3	7,5	8,0
Oxigênio dissolvido	7,3	6,47	6,5	5,72	6,6	7,6	7,5	7,2	7,9	6,5	6,3	6,4	6,8	5,71	7,0	6,92
pH	7,3	6,47	6,5	5,72	6,6	7,6	7,5	7,2	7,9	6,5	6,3	6,4	6,8	5,71	7,0	6,92
Temperatura ambiente	27	-	25	26	25	25	25	25	25	25	26	27	28	26	25	25
Temperatura da água	26,27	26,72	27,1	25,61	23,52	23,45	26,4	22,5	24,1	27,3	27,33	26,4	25,19	24,82	22,77	23,8
Turbidez	42,1	30,5	5,11	27	137	105	341	78,1	73,5	5,17	5,18	29,5	17,2	16,3	56,5	11,78
STD	7,26	7,62	3,51	4,58	5	4,5	10,63	3,1	72,1	4,11	5,62	6,38	3	3,84	7,47	<0,01
Sulfato	1,0	1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0	1,0	4,0	3,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Urânio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes totais	16000	1700	>16000	3500	>16000	>16000	>16000	2200	9200	470	5400	230	940	1100	2200	9200
Coliformes fecais	200	170	Ausente	45	1700	700	16000	210	330	Ausente	Ausente	45	61	40	140	460

MMA/COAD/GO

 696910

 Ministério do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em janeiro de 2010.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	10	7	9	5	3	4	17	6	75	8	8	6	4	4	5	4
Alumínio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cádmio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cianeto	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Clorofila-a	19,28	10,24	13,92	8,19	1,98	1,39	19,27	1,17	3,55	<0,1	10,10	7,37	8,46	9,56	16,38	4,09
Cloro	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	7,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Condutividade elétrica	18	19	26	8	8	6	36	12	190	23	15	10	8	5	10	7
Cor	41	31	9	7	18	21	146	19	4	7	8	5	1	6	6	10
Cromo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DBO ₅	1,8	0,5	0,8	0,5	1,3	0,6	1,5	1,3	0,6	0,7	1,1	1,4	0,5	0,6	1,6	2
DQO	4	3	2	2	5	3	6	4	2	3	4	5	1	3	4	7
Dureza	16	14	14	10	8	8	22	8	72	14	12	8	10	4	10	8
Fenóis totais	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ferro	0,64	0,58	0,1	0,05	0,23	0,25	0,73	0,3	0,08	0,06	0,04	0,07	0,07	0,1	0,1	0,16
Fluoreto	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fósforo total	0,0326	0,0259	0,0132	0,0094	0,0177	0,0182	0,1931	0,0243	0,2230	0,0149	0,0110	0,0071	0,0083	0,0083	0,0254	0,0132
Manganes	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02	<0,010	0,02	0,025	0,01	0,03	0,011	<0,010	<0,010	<0,010
MST	23	13	13	7	38	37	169	48	21	6	5	4	7	8	12	12
MSO	8	8	6	5	11	11	32	13	7	3	5	3	3	5	6	3
MSI	15	5	7	2	27	26	137	35	14	3	<1	1	4	3	6	9
Mercurio	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
NTK	0,71	0,55	0,28	0,21	0,39	0,25	0,67	0,26	0,53	0,28	0,29	0,16	0,27	0,17	0,28	0,26
Nitrato	0,3	0,2	0,1	<0,1	0,1	0,2	0,6	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Nitrito	0,002	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Nitrogênio amoniacal	0,21	0,25	0,08	0,01	0,09	0,05	0,27	0,06	0,03	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06
Óleos e graxas	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Orto-fosfato	0,0232	0,0177	0,0088	0,0044	0,0099	0,0121	0,0880	0,0138	0,2020	0,0110	0,0083	0,0027	0,0033	0,0027	0,0083	0,0049
Oxigênio dissolvido	5,17	6,37	3,86	4,56	6,79	6,08	6,46	6,6	6,2	4,6	4,44	3,9	4,65	5,11	2,33	3,6
pH	7,7	7,3	7,1	6,8	7,4	8	7,5	7,7	7,5	6,9	6,7	6,5	6,9	6,6	6,2	6,16
Temperatura ambiente	29,5	28	24	25,5	25,2	25	25,4	26	25	28,5	27	27,5	25,9	26	26	25
Temperatura da água	26,4	26,5	27,5	28	24,8	24,7	23,8	25,4	26,6	29,2	28,5	29,4	27,9	27,4	27,5	26,8
Turbidez	23,6	11,7	2,7	1,9	30,4	27,1	23,7	35	32	3	2	2	2	3	4	9
STD	9	9	13	4	4	2	18	3	95	11	9	4	3	5	4	3
Sulfato	1	2	<1	<1	3	2	<1	3	8	<1	<1	<1	<1	<1	1	1
Urânio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	0,0141	0,0235	0,0203	0,0084	0,0506	0,0325	0,0109	0,0279	0,0132	0,0041	0,04	0,0032	0,0059	0,0035	0,0159	0,0185
Coliformes totais	>16000	790	2100	460	700	3500	>16000	9200	9200	3500	16000	3500	1400	240	700	3500
Coliformes fecais	1100	18	Ausente	Ausente	92	220	>16000	1400	330	20	Ausente	18	Ausente	Ausente	Ausente	120

IBAMA/CODIGO
 68610
 R.S.: 485
 R.A.:
 Ministério do Meio Ambiente

EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
Proc: 696/10
181 480
Município do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



UHE SERRA DO FACÃO

MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DA UHE SERRA DO FACÃO

Relatório Técnico Referente ao Mês de Fevereiro de
2010

Fase de Enchimento

Junho / 2010

EM BRANCO



EQUIPE TÉCNICA

Coordenadora do laboratório

Bióloga M.Sc. Juliana Machado do Couto

Trabalhos de campo e laboratório

Bióloga Kátia Bittar Haddad

Biólogo Wagner Batista Xavier

Biólogo Paulício Maconi Filho

Bióloga Lívia Ferreira e Silva

Químico Brunno Misofante da Silva Gomides

Química Andréia Cintra Braga

Téc. Aline Caetano Luz

Análise das comunidades aquáticas

Biólogo Dr. Luiz Felipe Machado-Velho (Zooplâncton)

Bióloga Dra. Luzia Cleide Rodrigues (Fitoplâncton)

Bióloga M.Sc. Carolina Bussadori Piva (Zoobentos)

Consultor

Prof. Dr. Luis Mauricio Bini

EM BRANCO



Sumário

1. Introdução	01
2. Objetivos	01
3. Características gerais do futuro reservatório da UHE Serra do Facão	02
4. Métodos	02
4.1. Localização dos pontos de coleta	02
4.2. Coleta e análise dos parâmetros físicos e químicos	05
4.3. Toxicidade crônica da água para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	07
4.4. Fitoplâncton	08
4.5. Zooplâncton	09
4.6. Zoobentos	09
4.7. Macrófitas aquáticas	10
5. Resultados	11
5.1. Variáveis abióticas	11
5.2. Variáveis bacteriológicas	28
5.3. Toxicidade crônica da água para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	29
5.4. Índice de Qualidade da Água (IQA)	30
5.5. Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA)	33
5.6. Parâmetros biológicos	36
5.6.1. Fitoplâncton	36
5.6.2. Zooplâncton	51
5.6.3. Zoobentos	63
5.6.1. Macrófitas aquáticas	67
6. Considerações finais	68
7. Referências	72
ANEXO I - Uso do Solo no Entorno do Trecho Monitorado do AHE Serra do Facão.	75
ANEXO II - Resultados do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em dezembro de 2009, janeiro e fevereiro de 2010.	84

EM BRANCO



1. Introdução

Este relatório técnico apresenta os resultados obtidos na terceira campanha de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão (fevereiro de 2010). Nessa fase do programa de monitoramento, o principal objetivo é o de quantificar possíveis alterações limnológicas ocorridas após a formação do reservatório, contrastando com os resultados obtidos antes da instalação do empreendimento.

2. Objetivos

O objetivo do monitoramento limnológico, na área de influência do AHE Serra do Facão consiste em caracterizar as águas do rio São Marcos e seus principais afluentes, no trecho de inundação e acompanhar as alterações limnológicas que ocorrerão com a formação do reservatório.

Os objetivos específicos são listados abaixo:

1. Avaliar as condições limnológicas e de qualidade da água atuais de um trecho do rio São Marcos (divisa dos Estados de Minas Gerais e Goiás), onde está prevista a construção do reservatório (incluindo também a região de jusante e alguns afluentes na área de influência do aproveitamento);
2. Monitorar as tendências temporais da qualidade da água do rio São Marcos *durante as fases de enchimento do reservatório e operação da usina*;
3. Avaliar as condições tróficas do futuro reservatório e monitorar algumas comunidades (planctônicas, bentônicas e de macrófitas aquáticas), bem como avaliar o impacto da formação do reservatório sobre elas;
4. Realizar testes ecotoxicológicos;
5. Reunir os dados necessários para a modelagem matemática visando a simulação de cenários futuros da qualidade das águas;
6. Avaliar se as características limnológicas são condizentes com os padrões de qualidade da água estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005;
7. Contribuir para o conhecimento científico dos ecossistemas aquáticos da região.

EM BRANCO

3. Características gerais do futuro reservatório da UHE Serra do Facão

A Usina Hidrelétrica Serra do Facão gerará 210 MW de energia, em duas unidades geradoras. A barragem, de concreto convencional, construída no rio São Marcos terá 87 metros de altura máxima e demandou a construção de um túnel de desvio de 292 metros de extensão. O eixo da barragem terá suas ombreiras nos municípios de Catalão e Davinópolis (GO).

Com uma área inundada de 218,8 km², o reservatório em formação será de regularização com deplecionamento de até 23,5 m, podendo variar entre as cotas 756,0 e 732,5 m. Inundará a área de seis municípios, cinco em Goiás (Catalão, Davinópolis, Campo Alegre de Goiás, Ipameri e Cristalina) e um em Minas Gerais (Paracatu).

O reservatório inundará áreas de grandes propriedades rurais que apresentam ocupação esparsa. A principal atividade econômica na região é a pecuária extensiva. Nas médias e grandes propriedades, a agricultura se dá em escala comercial e nas pequenas propriedades a agricultura é de subsistência. Os locais que apresentam maior densidade populacional são Rancharia (margem direita, no município de Campo Alegre de Goiás) e Anta Gorda (margem esquerda, no município de Catalão).

4. Métodos

4.1. Localização dos pontos de coleta

O monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão abrange um trecho do rio São Marcos, que vai desde o remanso do futuro reservatório até cerca de 10 km a jusante do canal de fuga da usina. No total, entre julho de 2007 e fevereiro de 2008 foram monitorados 9 pontos de coleta (Tabela 1; Figura 1).

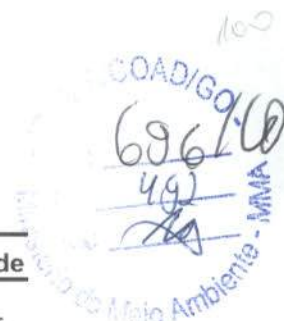
Considerando o pequeno número de pontos monitorados à montante da futura barragem, além da inexistência de monitoramento em tributários nessa região, em abril de 2008 foram adicionados 7 locais de coleta à montante da futura barragem, incluindo pontos localizados no rio São Marcos e pontos localizados em tributários desse rio. Assim, a partir de abril de 2008, 16 pontos de coleta vêm sendo monitorados, representando de maneira mais robusta as características limnológicas do trecho do rio São Marcos que será afetado pela barragem da UHE Serra do Facão.

INSTITUTO GOIANO DE MEIO AMBIENTE - MMA
6961-60
491
[Assinatura]

EM BRANCO

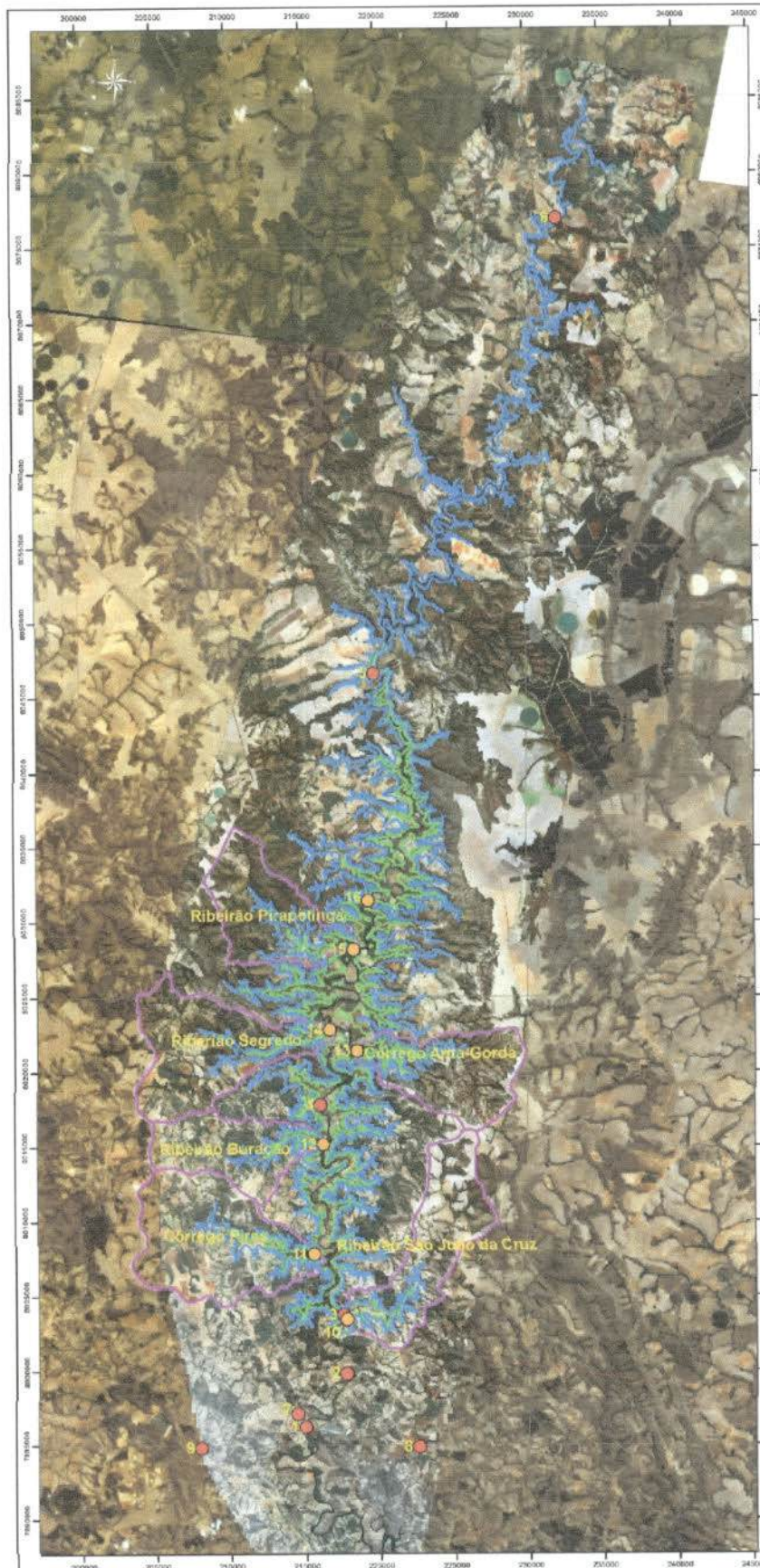
Tabela 1. Localização dos pontos de coleta (UTM).

Ponto	Localização	Latitude	Longitude
1	rio São Marcos, a jusante da barragem, próximo à ponte da rodovia GO-210.	7996203	215055
2	rio São Marcos, cerca de 5 km a jusante da barragem.	7999814	217754
3	rio São Marcos, cerca de 1 km a montante da barragem, próximo à foz do ribeirão São João da Cruz.	8001600	217502
4	rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-506.	8062963	216185
5	rio São Marcos, próximo à travessia da balsa Manoel Souto (Porto Salu).	8062963	228518
6	rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-020.	8076866	232252
7	córrego São Domingos (conhecido como Taquara), cerca de 100 metros a montante de sua foz no rio São Marcos.	7997117	214523
8	rio São Bento, próximo ao posto fluviométrico de Davinópolis.	7994877	222625
9	córrego Fundo, cerca de 100 metros a montante de sua foz no rio São Marcos.	7994806	208053
10	rio São João da Cruz, a 400 m da foz	8003438	217789
11	ribeirão Pires, a 1000 m da foz	8007790	215612
12	ribeirão Buracão, a 200 m da foz	8015150	216305
13	córrego Anta Gorda, a 400 m da foz	8021362	218588
14	ribeirão Segredo, a 300 m da foz	8022782	216734
15	ribeirão Pirapetinga, a 200 m da foz	8028137	218366
16	rio São Marcos, montante da foz do córrego Barreirinho	8031419	219411



EM BRANCO

606
493
MMA
Meio Ambiente - MMA



LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA

- Barragem
- Cota 756 - N.A. Máx. Normal
- Sub-bacias
- Cota 730
- Pontos de Coleta Água**
- Pontos Antigos
- Pontos Novos

DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA

Código	X	Y	Localização
1	213035	7596203	Rio São Marcos - Ponte GO-240
2	217710	7593817	Rio São Marcos - Juncos a Leste do Lajeado
3	217563	8005727	Rio São Marcos - Mont. Aer. Rio João da Cruz
4	215210	8007782	Rio São Marcos - Ponte das Carapinas
5	217798	8005592	Rio São Marcos - Foz do meio (24,7 km)
6	215203	8006902	Rio São Marcos - Ponte (24,1 km)
7	215219	7997123	Rio São Domingos (Margem Direita)
8	222018	7991800	Rio São Bento
9	208013	7994806	Córrego Fundo
10	217789	8003438	Rio São João da Cruz a 400m da foz
11	215612	8007790	Rio Fozes a 1000m da foz
12	218309	8015150	Rio Bananal a 200m da foz
13	218268	8013362	Rio Serra grande a 400m da foz
14	218254	8007782	Rio Segredo a 500m da foz
15	218364	8008117	Rio Fregateira a 200m da foz
20	229411	8021429	Rio São Marcos - Monitorio da Foz Col. Garimpeiro



ESCALA IMPRESSA: 1:250.000

FONTE: SEFAC

- Mosaico de imagens do Satélite Ikonos 2, Julho/2007
- Mosaico de Imagens do Satélite Cbers 2, Setembro/2007
- Cota de Inundação, Pontos de Água, Cota 730, Sub-bacias

PROJEÇÃO: UTM
DATUM: SAD-69
ZONA: 23 SUL



DATA: 16/04/2008

Figura 1. Localização dos pontos de coleta no rio São Marcos e nos tributários.

LIVI BRANCO



4.2. Coleta e análise dos parâmetros físicos e químicos

Em campo, foram obtidos os valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), saturação de oxigênio, temperatura da água (YSI 550A) e temperatura do ar (termômetro de mercúrio). Amostras de água foram coletadas logo abaixo da superfície (aproximadamente 20 cm) com frascos de polietileno e acondicionadas em caixas de isopor com gelo.

A turbidez foi obtida através de um turbidímetro digital Hach. A cor foi determinada através de espectrofotômetro. A alcalinidade foi estimada através de titulação com ácido sulfúrico. A dureza foi determinada através de titulometria/EDTA (2340C, Standard Methods, 2005).

Partes das amostras foram filtradas, no mesmo dia da coleta, em membranas Whatman GF/C. Posteriormente, os filtros foram congelados para determinação das concentrações de material em suspensão total, orgânico, inorgânico e pigmentos. O material em suspensão foi estimado por gravimetria, sendo que a separação entre a fração orgânica e inorgânica foi realizada por calcinação a 500°C (Wetzel e Linkens, 2000). Os pigmentos (clorofila-a e feopigmentos) foram quantificados através da extração com acetona (90%) e leitura em espectrofotômetro a 663 nm, aplicando-se correção para outros compostos dissolvidos e turbidez, resultante da leitura a 750 nm (Golterman et al., 1978). As amostras de água (filtrada e não filtrada) foram congeladas (-20°C) para posterior determinação das formas dissolvidas e totais de nutrientes.

A concentração de ferro foi mensurada através do método da ortofenotrolina, enquanto que a concentração de cloreto foi determinada através de titulometria com nitrato de mercúrio (4500C, Standard Methods, 2005).

A concentração de sulfato foi determinada através de espectrofotometria após formação de sulfato de bário (método 4500E, ver Standard Methods, 2005). A concentração de fenóis foi mensurada através de ionização por chama, enquanto que a concentração de fluoreto total foi obtida através de espectrofotometria após reação com zircônio (método 4500-F, Standard Methods, 2005). A concentração de cianeto foi determinada através de titulometria após destilação. O cloro residual total (combinado + livre) foi obtido através do método iodométrico (método 4500-CI B, Standard Methods).

EM BRANCO

As frações do fósforo foram quantificadas após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico) e leitura em espectrofotômetro a 882 nm. O fósforo total foi obtido através do método de digestão em autoclave, onde, na presença de um catalisador, a matéria orgânica é oxidada liberando fósforo na forma de ortofosfato (Golterman et al., 1978). O fosfato inorgânico reativo (orto-fosfato) foi determinado diretamente nas amostras filtradas.

O nitrogênio total Kjeldahl foi quantificado com amostras não filtradas que sofreram digestão em elevada temperatura, em meio ácido. Após a digestão, as amostras foram destiladas em aparelho Kjeldahl e o destilado foi titulado com ácido clorídrico 0,01 N (Mackereth et al., 1978). A quantificação do nitrato foi realizada através do método de redução do cádmio e leitura em espectrofotômetro a 400 nm (Método 4500-NO₃- E, Standard Methods, 2005). A concentração de nitrito foi determinada através do método colorimétrico onde o nitrito reage com o ácido sulfanílico, formando um composto que é determinado em espectrofotômetro a 507 nm (4500-NO₂- B, Standard Methods, 2005). A concentração de nitrogênio amoniacal foi determinada através do método do fenol, onde o indofenol é formado através da reação com amônia, hipoclorito e fenol. A leitura é feita em espectrofotômetro a 655 nm (método 4500-NH₃ F, Standard Methods, 2005).

A *Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)* foi determinada através da medida do consumo de oxigênio nas amostras durante uma incubação de cinco dias, a uma temperatura constante. A DQO foi mensurada com o método da oxidação da matéria orgânica por uma mistura em ebulição de ácido crômico e ácido sulfúrico (bicromato de potássio em meio ácido) (método do refluxo fechado).

A concentração de óleos e graxas foi obtida através de extração com um solvente (Hexano – 5520B do Standard Methods).

A detecção de coliformes totais e fecais (termotolerantes) seguiu a metodologia dos tubos múltiplos.

A determinação de metais pesados na água seguiu as seguintes metodologias descritas em APHA (2005):

- Alumínio dissolvido: espectrofotometria de plasma acoplado (ICP- 3120);
- Cádmio total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120B);

EM BRANCO

6960
496
MMA
Ambiente

- Chumbo total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120B);
- Cobre: método de plasma acoplado (ICP – método 3120);
- Cromo total: método de plasma acoplado (método 3120);
- Manganês total: espectrofotometria de plasma acoplado;
- Mercúrio total: espectrofotometria de absorção atômica a vapor frio (método 3112B);
- Níquel: método de plasma acoplado (ICP – método 3120);
- Urânio total: determinado através de espectrofotometria de plasma acoplado (método 3500U).
- Zinco total: método de plasma acoplado (ICP – método 3120B).

A determinação de metais pesados na água foi realizada no laboratório da Bioagri Ambiental Ltda, localizado em Piracicaba, SP.

4.3. Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*

No ensaio de toxicidade crônico o organismo aquático utilizado é o cladóceros *Ceriodaphnia dubia*. Em geral, os efeitos deletérios sobre os organismos aquáticos são classificados em: agudos, crônicos e não tóxicos. O efeito agudo é caracterizado por uma resposta severa e rápida (e.g. morte dos organismos) a um estímulo, que é detectado rapidamente (0 a 96 horas). O efeito crônico consiste na resposta a um estímulo que continua por longos períodos de exposição ao poluente (1/10 do ciclo vital até a totalidade da vida do organismo) e podem ser expressas através de mudanças comportamentais, alterações fisiológicas, genéticas e de reprodução.

Quando os efeitos agudos ou crônicos são detectados nas amostras de água, é possível inferir que os respectivos ambientes analisados não apresentam condições adequadas para a manutenção da vida aquática. Caso seja detectada toxicidade, será realizado a Avaliação e Identificação de Toxicidade (AIT), para identificar o grupo de compostos que causam a toxicidade e realizar as análises químicas necessárias.

O ensaio de toxicidade foi realizado no laboratório da Bioagri Ambiental Ltda, localizado em Piracicaba, SP, segundo o procedimento da NBR 13373, 2003.

EM BRANCO

EM BRANCO



4.4. Fitoplâncton

As amostragens da comunidade fitoplanctônica foram realizadas abaixo da superfície da coluna da água, utilizando-se frascos de vidro. As amostras foram fixadas com Lugol acético e guardadas no escuro até o momento da identificação e contagem dos organismos. Paralelamente, foram obtidas amostras com rede de plâncton de 15 µm de abertura de malha. Estas amostras foram fixadas com solução Transeau (Bicudo e Menezes, 2006).

O estudo taxonômico e quantitativo do fitoplâncton foi efetuado utilizando um microscópio invertido (Carl Zeiss – modelo Axiovert 135), com aumento de 400 vezes. Para o estudo taxonômico também foram analisadas as amostras coletadas com a rede.

A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958) com prévia sedimentação de 10 mililitros da amostra. A densidade fitoplanctônica foi calculada de acordo com APHA (2005) e o resultado foi expresso em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitro.

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através do biovolume, multiplicando-se os valores de densidade de cada espécie pelo volume médio de suas células, considerando-se as dimensões médias das espécies mais abundantes. O volume de cada célula foi calculado a partir de modelos geométricos aproximados à forma das células, como esferas, cilindros, cones, paralelepípedos, pirâmides, elipses e outros (Edler, 1979; Sun e Liu, 2003).

Em função da legislação (CONAMA nº 357/2005), foi feita a contagem do número de células de cianobactérias, através do retículo de Whipple (normalmente utilizado para contagem de Unidade-Padrão de Área - UPA). As colônias foram sobrepostas intactas ao quadrado e contou-se o número de células. O retículo é calibrado para que sejam feitos os cálculos necessários.

O índice de diversidade (H'), expresso em bits.ind.^{-1} , foi estimado segundo Shannon e Wiener. A equitabilidade, como uma medida de quão homogeneamente a biomassa ou densidade é distribuída entre as espécies, foi expressa em porcentagem. Como riqueza de espécies considerou-se o número de espécies presentes em cada amostra quantitativa.

EM BRANCO

GOIÁS
696-10
499
MMA
Ambiente - MMA

4.5. Zooplâncton

As amostras de zooplâncton foram coletadas com auxílio de uma moto-bomba, tendo sido filtrados 1000 litros de água em uma rede de plâncton de 68 μm de abertura de malha. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponada com carbonato de cálcio.

A abundância zooplanctônica foi determinada a partir da contagem das amostras em câmaras de Sedwigck-Rafter, sob microscópio ótico. As amostras foram concentradas em um volume de 75 mL, e as contagens realizadas a partir de 3 sub-amostras (7,5 mL) tomadas com pipeta do tipo Stempel, sendo a densidade final expressa em indivíduos. m^{-3} . Visto que as amostras não foram contadas na íntegra e que o método de sub-amostragens não é eficiente para fornecer resultados de riqueza de espécies (apesar de fornecer uma estimativa confiável da abundância total), após as contagens das 3 sub-amostras, uma análise qualitativa da amostra foi realizada. Assim, em cada amostra, sub-amostras foram analisadas até que nenhuma nova espécie fosse encontrada.

Foi utilizada a seguinte bibliografia básica para determinação taxonômica: Vucetich (1973), Reid (1985), Segers (1995), Velho et al. (1996), Velho e Lansac-Tôha (1996), Elmoor-Loureiro (1997).

4.6. Zoobentos

A amostragem quali-quantitativa dos organismos bentônicos foi realizada com uma draga de Petersen, na maioria dos pontos amostrados. *Apenas nos pontos 1, 7, 8 e 9 a amostragem foi realizada com um amostrador de surber.* A draga é utilizada em ambientes que apresentam maior profundidade e substrato formado por lama e/ou areia. Por outro lado, o surber é utilizado em ambientes que apresentam pequena profundidade e substrato formado por cascalho, rocha e/ou folhiço. É importante considerar a diferença entre os amostradores, pois eles consideram o tipo de substrato, que é um dos principais determinantes da estrutura da comunidade bentônica, entre outros fatores como a profundidade.

O material coletado com draga foi levado ao laboratório e processado utilizando uma série de peneiras com diferentes aberturas de malhas, para facilitar o processo de triagem. O material coletado com surber passou por uma

EM BRANCO

pré-triagem em campo, onde os indivíduos maiores foram separados do substrato. Em seguida, os materiais coletados com draga e com surber, foram acondicionados em frascos plásticos e fixados com álcool 80%. A análise desse material (triagem, identificação e contagem dos táxons encontrados) foi feita com estereomicroscópio.

Os dados foram tabulados e utilizados para o cálculo da abundância média e frequência de cada táxon, abundância total, índice de diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade (J) (Magurran, 1988) e riqueza taxonômica para cada ponto. Foram utilizadas as seguintes referências bibliográficas para auxílio nas identificações dos táxons: Edmunds Jr. et al. (1979), Fernández e Dominguez (2001), Merrit e Cummins (1996), Peckarsky et al. (1990) e Wiggins (1977).

4.7. Macrófitas aquáticas

Foram identificadas áreas rasas, propensas ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas. Tais sítios foram utilizados como referências iniciais para a realização do levantamento das macrófitas aquáticas, tendo em vista a possibilidade de se encontrar populações locais de macrófitas em outros locais que não os monitorados. Esse procedimento é necessário tendo em vista que as macrófitas aquáticas apresentam distribuição agregada. A realização de levantamentos pontuais da flora aquática poderia subestimar, em virtude de erros de amostragem, a riqueza e as frequências de ocorrências de espécies.

A coleta das macrófitas aquáticas emergentes, quando presentes, foi feita manualmente. Foi utilizado um rastelo para verificar a existência de macrófitas aquáticas submersas. Todos os espécimes coletados, quando necessário, foram lavados em água corrente para remover o excesso do material aderido. A herborização foi feita dispondo o material botânico entre folhas de jornais, papelão, folhas de alumínio canelado e prensa botânica. Posteriormente, as prensas foram acondicionadas em estufa para completa desidratação. A identificação foi feita através de consulta a especialistas e de acordo com a seguinte literatura: Cook (1990), Pott e Pott (2000) e Lorenzi (2000).

COADIGO
696-160
499
MMA
do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO

5. Resultados

5.1. Variáveis abióticas

Em fevereiro de 2010, a temperatura média do ar durante os trabalhos de campo foi igual a 29,8°C (Figura 2A). Os valores da temperatura da água variaram entre 25°C e 30°C (Figura 2B). Em média, esses valores foram superiores aos mensurados em janeiro de 2010 (valores médios iguais a 25,2°C em dezembro de 2009; 26,9°C em janeiro de 2010 e 28,06°C em fevereiro) (Figura 2B). De maneira geral, é possível observar um padrão de variação sazonal nos valores de temperatura da água, tendo em vista que os menores valores foram freqüentemente mensurados entre os meses de abril e agosto.

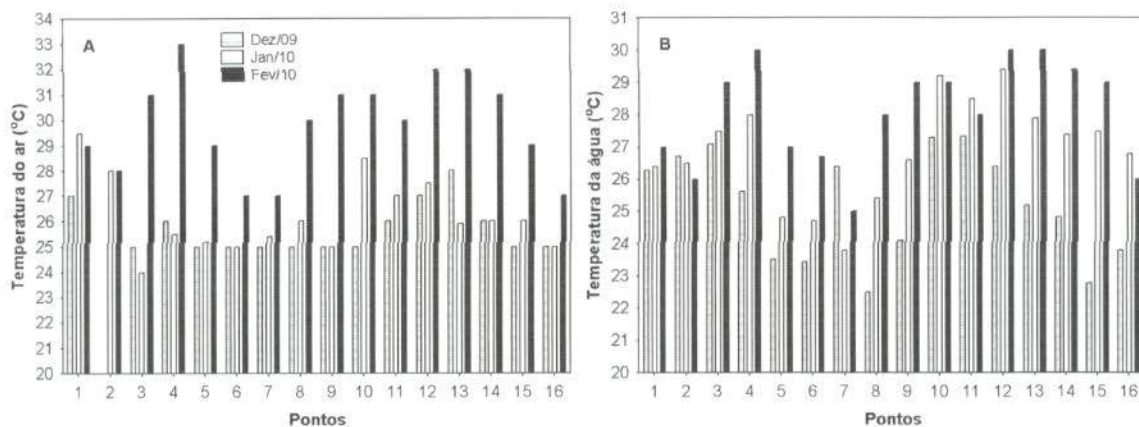


Figura 2. Valores de temperatura ambiente (A) e temperatura da água (B) na área de influência do AHE Serra do Facão, mensurados entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

O oxigênio dissolvido é o principal fator limitante à vida aquática, com limite inferior de cerca de 4,0 mg/L para peixes. Sua disponibilidade no ambiente aquático depende de trocas com a atmosfera e da produção pelos organismos fotossintéticos, como fontes, e das demandas bioquímica (oxidação de matéria orgânica) e química (oxidação de íons como o ferro e o manganês), perdas para atmosfera (favorecidas pelo aquecimento da coluna d'água) e respiração de organismos aquáticos, como fenômeno de redução (Esteves, 1998).

Em média, houve redução nas concentrações de oxigênio dissolvido após o início do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, a partir de

EM BRANCO

dezembro de 2009 (média igual a 6,5 mg/L em dezembro de 2008; 6,78 mg/L em fevereiro de 2009; 5,81 mg/L em abril; 7,29 mg/L em junho; 6,89 mg/L em agosto; 7,31 mg/L em outubro; 5,65 mg/L em dezembro de 2009; 5,04 mg/L em janeiro de 2010 e 5,7 mg/L em fevereiro). Esse resultado é consequência do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Durante esse período, ocorre a decomposição da matéria orgânica inundada, resultando em menores concentrações de oxigênio dissolvido.

6961-00
501
X/A
MMA

Em fevereiro, as concentrações desse gás variaram entre 4,5 mg/L (ponto 15 – ribeirão Pirapetinga) e 6,9 mg/L (pontos 1 e 5) (Figura 3). Assim, nesse mês, os pontos 12 (ribeirão Buracão), 15 (ribeirão Pirapetinga) e 16 (rio São Marcos) apresentaram concentrações de oxigênio inferiores ao limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de março de 2005 para águas da classe 2 (5,0 mg/L).

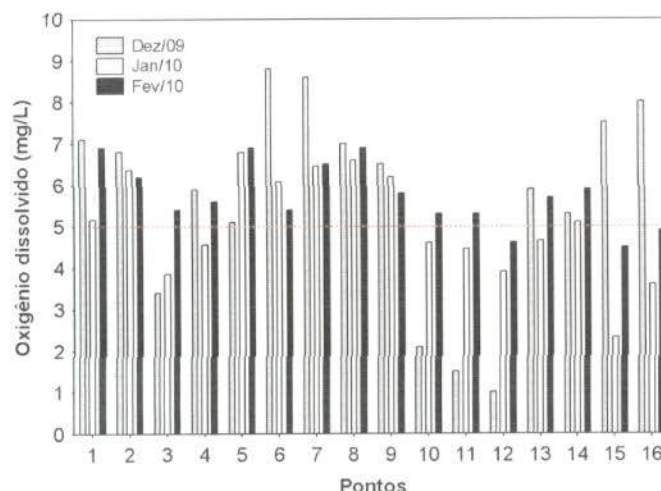


Figura 3. Concentrações de oxigênio dissolvido mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Variáveis indicadoras de luminosidade subaquática

A turbidez da água é causada pela matéria inorgânica e orgânica suspensa, como por exemplo, argila, silte, partículas de carbonato, matéria orgânica particulada fina, plâncton e outros organismos microscópicos (Wetzel e Likens, 2000). Em resumo, indica a capacidade da água em dispersar a radiação luminosa. Esse indicador de qualidade da água é expresso, na maioria dos casos, como unidades de turbidez nefelométrica (NTU = "Nephelometric Turbidity Units"). O aumento da turbidez da água pode comprometer, direta ou diretamente, os múltiplos usos de um ecossistema

EM BRANCO

aquático. Minimamente, o aumento da turbidez decorrente de ações antrópicas pode diminuir o valor estético de um corpo de água. No entanto, a turbidez pode aumentar os custos do tratamento da água para fins de abastecimento público, uma vez que esta deve ser virtualmente eliminada para a desinfecção efetiva. O material particulado também pode fornecer sítios de fixação de metais pesados (e.g. cádmio, chumbo e mercúrio) e pesticidas.

Em fevereiro de 2010, os valores de turbidez variaram entre 1,7 NTU e 20,9 NTU (ponto 2 – rio São Marcos) (Figura 4). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU). Em dezembro de 2009 e janeiro de 2010, foram detectados valores superiores ao referido limite em alguns trechos do reservatório, como nos pontos 5, 6 e 7.

De maneira geral, o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresenta águas com elevada transparência, ou seja, baixa turbidez. Os maiores valores de turbidez foram mensurados durante o período de chuvas, principalmente em fevereiro de 2008, fevereiro e dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

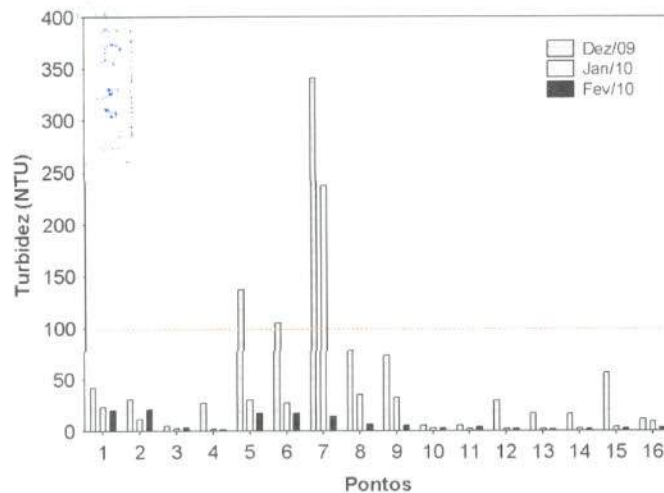


Figura 4. Valores de turbidez mensurados entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Em fevereiro, os valores de cor variaram entre 1,0 mg Pt/L e 68 mg Pt/L (ponto 2 – rio São Marcos) (Figura 5). Assim como observados para os valores de turbidez, nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de cor inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (75 mg Pt/L). Assim como destacado em relatórios anteriores, entre julho de 2007 e

EM BRANCO

BRAMA/CODIGO
6980
503
7A
Instituto do Meio Ambiente

fevereiro de 2010, a maior parte do trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou valores de cor inferiores ao referido limite. Durante o enchimento do reservatório, somente o ponto 7 (córrego São Domingos) apresentou valor de cor superior a 75 mg Pt/L em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

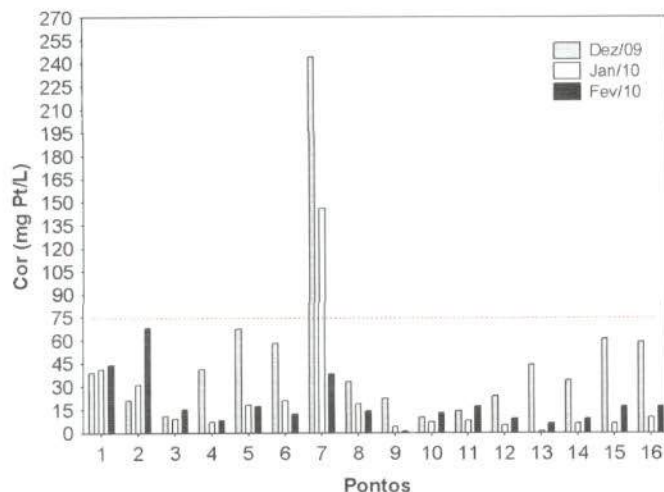
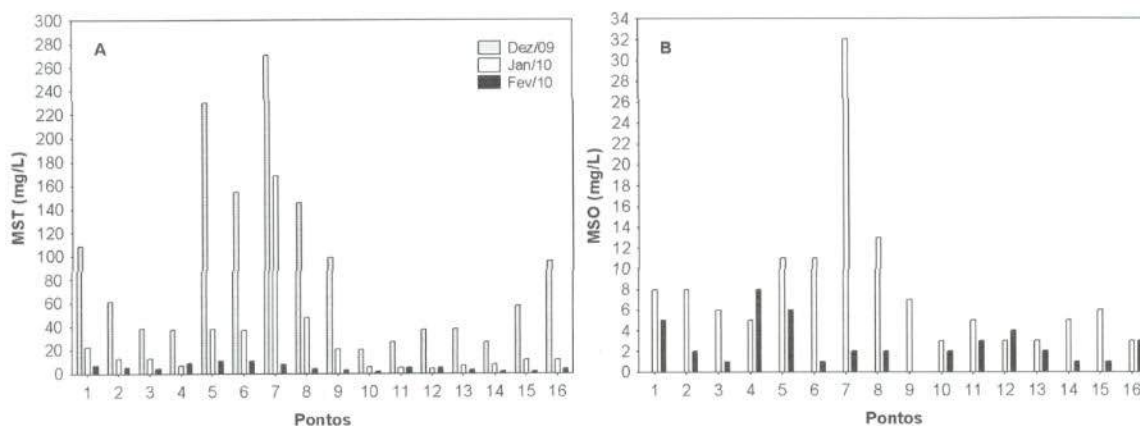


Figura 5. Valores de cor mensurados entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Em fevereiro, as concentrações de material em suspensão total variaram entre 2,0 mg/L e 11 mg/L (pontos 5 e 6) (Figura 6). Em média, houve redução nas concentrações de material em suspensão, comparando com dezembro de 2009 e janeiro de 2010 (valores médios iguais a 90,6 mg/L em dezembro; 26,43 mg/L em janeiro de 2010 e 5,31 mg/L em fevereiro). Nesse mês, as concentrações de material em suspensão orgânico e inorgânico foram, em média, similares (valores médios iguais a 2,69 mg/L de material em suspensão orgânico e 2,62 mg/L de material em suspensão inorgânico) (Figuras 2B e 2C).



EM BRANCO

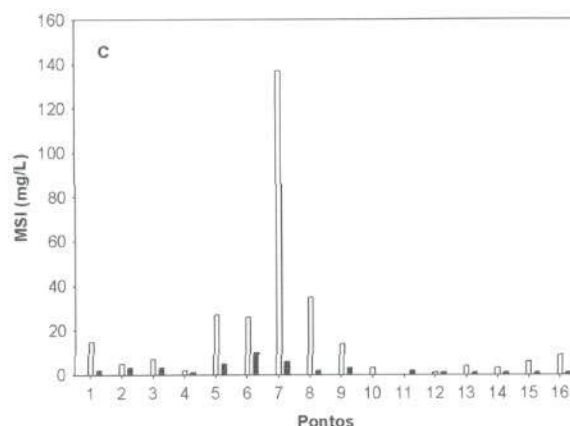


Figura 6. Concentrações de material em suspensão total (MST; A), material em suspensão orgânico (MSO; B) e material em suspensão inorganico (MSI; C), mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

pH, condutividade elétrica, STD e dureza – Carbono inorgânico

Em fevereiro de 2010, os valores do pH oscilaram entre 6,9 e 8,2 (Figura 7). Assim, todos os locais apresentaram valores dentro dos limites preconizados pela resolução CONAMA nº 357/2005 (6,0-9,0).

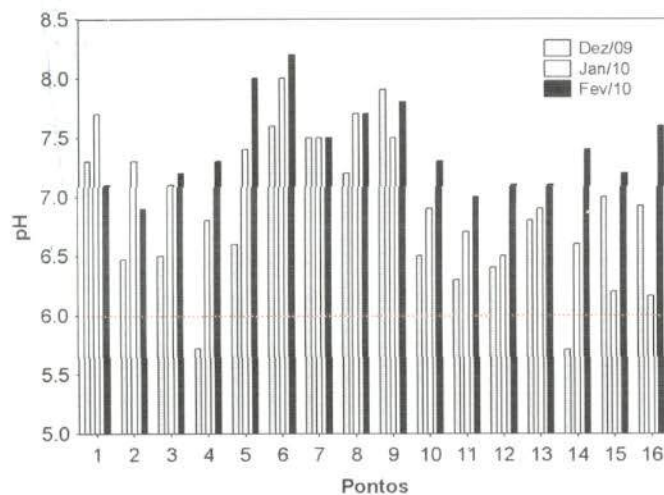


Figura 7. Valores de pH obtidos entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 7,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pontos 13 e 14) e 223 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 8). Entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, pode-se observar que os maiores valores de condutividade elétrica foram mensurados no ponto 9 (córrego Fundo). Além disso, os valores de condutividade elétrica foram similares entre os meses de enchimento do

EM BRANCO

CONAMA/GO
69610
SOS
Aa

reservatório (valores médios iguais a 25,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em dezembro de 2009; 25,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em janeiro de 2010 e 29,56 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em fevereiro).

De maneira similar, foram detectadas baixas concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD) durante o enchimento do reservatório (valores médios iguais a 9,29 mg/L em dezembro de 2009; 12,25 mg/L em janeiro de 2010 e 14,87 mg/L em fevereiro) (Figura 9). Em fevereiro, a maior concentração (112 mg/L) foi mensurada no ponto 9 (córrego Fundo). Além disso, ao longo de todo o período de monitoramento limnológico, todos os locais apresentaram valores de STD inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA (500 mg/L).

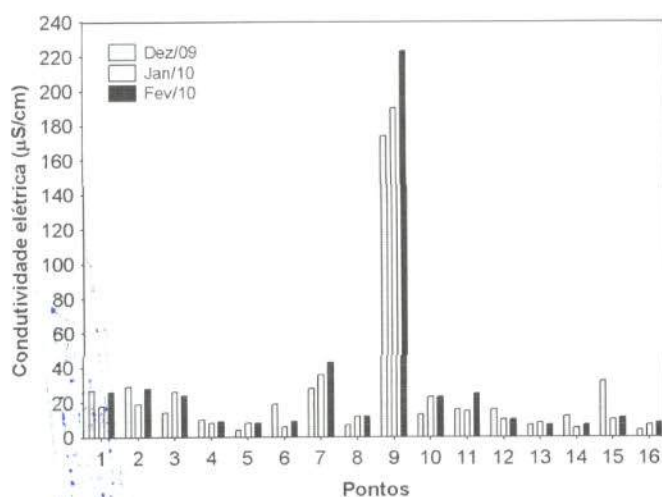


Figura 8. Valores de condutividade elétrica obtidos entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

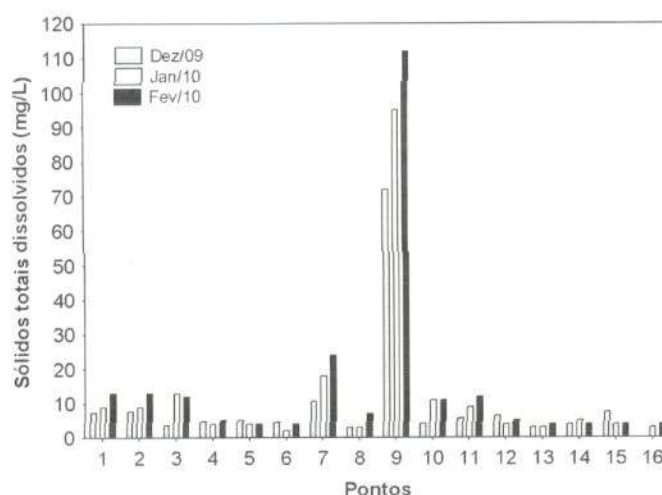


Figura 9. Concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD) mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

EM BRANCO

EM BRANCO

EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
 696/10
 506
 AA
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

A dureza da água depende basicamente da concentração de sais de cálcio e magnésio dissolvidos. Estes íons normalmente ocorrem sob a forma de carbonatos e bicarbonatos e são importantes também para a condutividade, pH e alcalinidade. Águas com teores destes sais inferiores a 125 mg/l são classificadas como moles; de 125 a 230 mg/l, como médias ou ligeiramente duras e de 230 a 450 mg/l como duras. Esta classificação não tem aplicação biológica, somente é importante em termos de tratamento de água (Baumgarten e Pozza, 2001). Em fevereiro de 2010, os valores de dureza variaram entre 6,0 mg/L e 80 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 10). Assim, o trecho monitorado pode ser classificado como apresentando águas moles. Em média, tais valores foram similares àqueles registrados em janeiro de 2010 (média igual a 14,87 mg/L em janeiro e 13,87 mg/L em fevereiro).

Os valores de alcalinidade foram similares àqueles frequentemente obtidos no trecho monitorado (média igual a 12,18 mg/L) Nesse mês, tais valores variaram entre 3,0 mg/L e 86 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 11).

Ao longo de todo o período de monitoramento (entre julho de 2007 e fevereiro de 2010), o ponto 9 (córrego Fundo) freqüentemente apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza e alcalinidade, indicando a elevada concentração de íons nesse ambiente, principalmente, íons carbonato e bicarbonato.

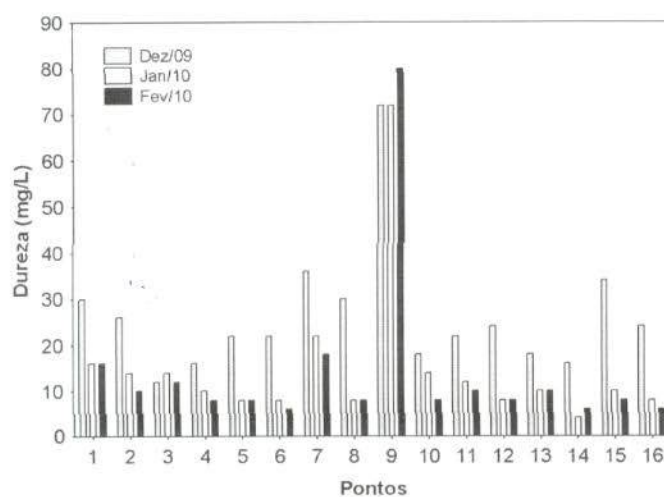


Figura 10. Valores de dureza total obtidos entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

EM BRANCO



GOIÁS
 INSTITUTO DE AQUECIMENTO DE
 696
 507
 AA
 Ambiente

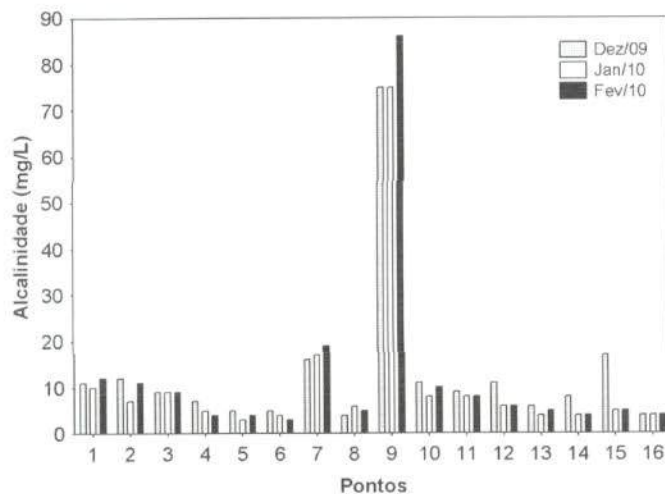


Figura 11. Valores de alcalinidade obtidos entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Cloreto, sulfato, fluoreto, fenóis totais

Em fevereiro, a maior parte dos pontos monitorados apresentaram concentrações de cloreto inferiores ao limite de detecção do método (< 0,5 mg/L) (Figura 12). De maneira geral, as concentrações de cloreto foram *extremamente similares ao longo de todo o período de monitoramento limnológico*. Além disso, todos os trechos monitorados apresentaram concentrações de cloreto inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/L).

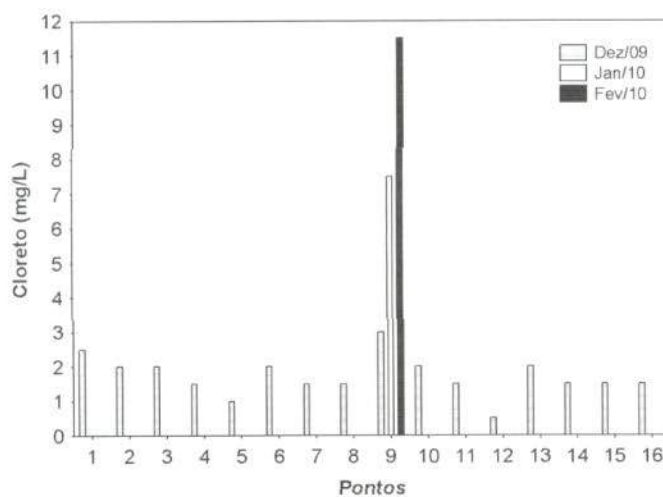


Figura 12. Concentrações de cloreto obtidas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

EM BRANCO

Assim como observado para as concentrações de cloreto, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, as concentrações de sulfato foram extremamente inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 2 (250 mg/L) (Figura 13). Em fevereiro, a maior concentração (5,0 mg/L) foi detectada no ponto 9 (córrego Fundo).

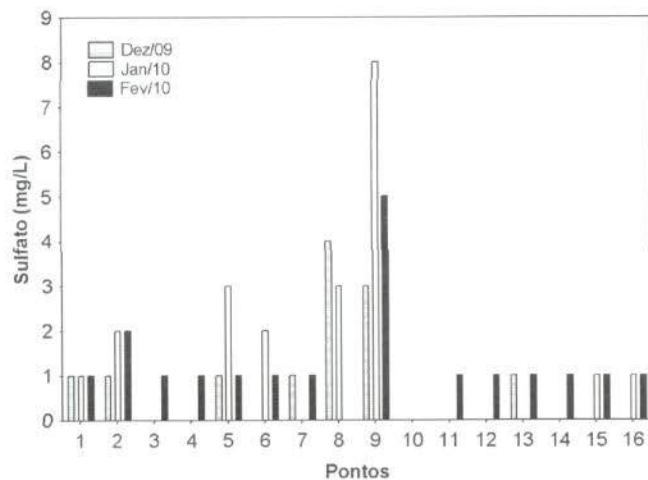


Figura 13. Concentrações de sulfato obtidas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Os fluoretos podem ocorrer naturalmente associados quimicamente ao magnésio ou ao alumínio, principalmente nos rios, formando complexos. As concentrações de fluoreto mensuradas em fevereiro variaram entre valores inferiores a 0,01 mg/L e 0,74 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 14). De maneira geral, houve similaridade nas concentrações de fluoreto entre os pontos de coleta e entre os meses de enchimento do reservatório.

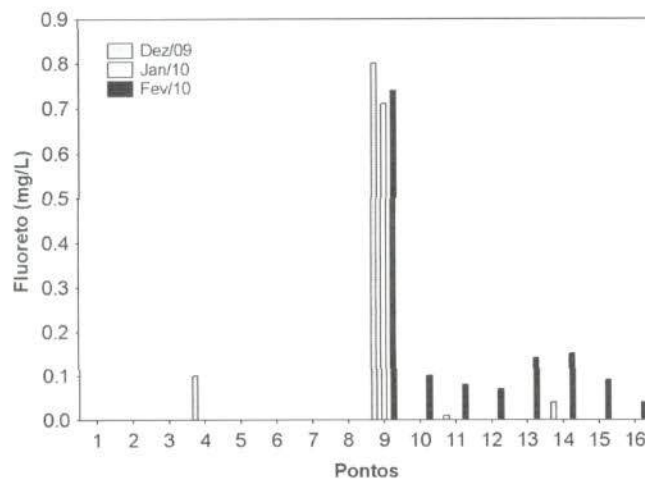


Figura 14. Concentrações de fluoreto obtidas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

EM BRANCO

As concentrações de fenóis nos ecossistemas aquáticos sofrem alterações em função do lançamento de efluentes não-tratados de refinarias de óleos, indústrias químicas e pela hidrólise e oxidação fotoquímica dos pesticidas agrícolas. Além de tóxico, afeta também as taxas de consumo do oxigênio. Em fevereiro de 2010, todos os locais monitorados apresentaram concentrações de fenóis inferiores ao limite de detecção do método (<0,001 mg/L). Dessa maneira, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, todos os valores obtidos foram menores que o limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (0,003 mg/L).



Ferro, Manganês

Entre todos os íons que interferem na precipitação do fosfato, os de ferro tem o papel mais importante. Assim, em ambientes onde predominam condições de oxidação (altas concentrações de oxigênio) e pH próximo ao neutro, grande parte dos íons de ferro ocorre na forma oxidada (Fe^{3+} = íon férrico), podendo assim, adsorver-se ao íon fosfato, precipitando-o no sedimento (Esteves, 1998). Em ambientes que não estão submetidos a impactos, o ferro e o manganês são registrados em baixas concentrações, pois as suas formas predominantes são as oxidadas, que são mais insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}).

Em fevereiro, as concentrações de ferro total variaram entre 0,05 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) e 1,53 mg/L (ponto 2 – rio São Marcos) (Figura 15). Em média, tais concentrações foram similares àquelas registradas em outros meses de monitoramento, como em dezembro de 2008 e fevereiro de 2009 (média igual a 0,32 mg/L).

Assim como observado em meses anteriores, em fevereiro, as concentrações de manganês foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005 (0,1 mg/L) (Figura 16). Nesse mês, a maior concentração (0,02 mg/L) foi obtida nos pontos 7 e 9 (córrego São Domingos e córrego Fundo, respectivamente).

EM BRANCO

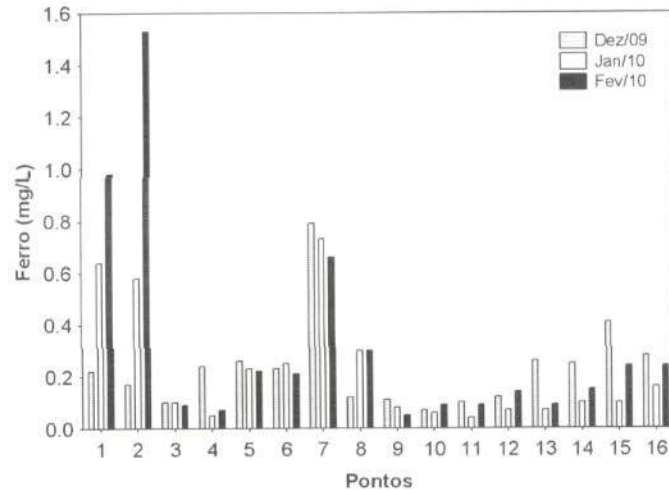


Figura 15. Concentrações de ferro total mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

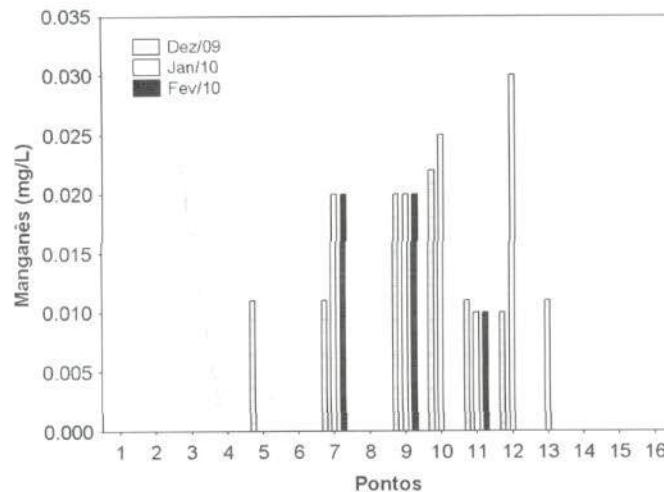


Figura 16. Concentrações de manganês mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Nutrientes e clorofila-a

O fósforo é um elemento químico essencial à vida aquática e ao crescimento de microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, e, na forma de fosfatos dissolvidos, é um importante nutriente para os produtores primários. Juntamente com o nitrogênio, o fósforo é o principal nutriente responsável pelo processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos (Kalff, 2002; Baumgarten e Pozza, 2001). A variável orto-fosfato assume grande relevância por ser a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos. Em regiões tropicais, o metabolismo dos organismos é maximizado em virtude das elevadas temperaturas. Assim, o orto-fosfato é

EM BRANCO

rapidamente assimilado. Este é um dos principais motivos pelo qual a concentração desta variável é muito baixa, excetuando-se os ambientes artificialmente eutrofizados (Esteves, 1998).

Em fevereiro, a maior concentração de orto-fosfato (0,12 mg/L) foi mensurada no córrego Fundo (ponto 9) (Figura 17A). As concentrações de fósforo total, que abrange a porção dissolvida e particulada de fósforo, variaram entre valores inferiores a 0,001 mg/L e 0,124 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 17B). Considerando a resolução CONAMA n° 357/2005, ambientes intermediários (lótico/lêntico) devem apresentar concentrações de fósforo total inferiores a 0,050 mg/L ou 50 µg/L. Assim, considerando que o trecho monitorado não apresenta características lóticas desde o início do enchimento do reservatório, esse limite será considerado. Assim, em fevereiro, somente o ponto 9 apresentou concentração de fósforo total superior ao referido limite.

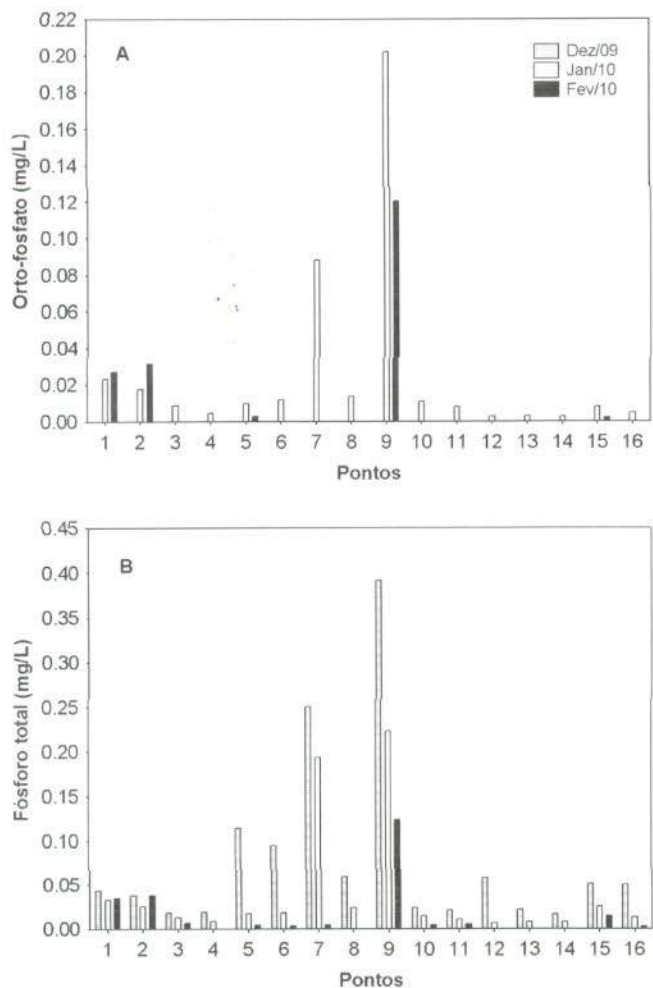


Figura 17. Concentrações de orto-fosfato (A) e fósforo total (B) mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

EM BRANCO

Juntamente com o fosfato, o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Quando presente em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante na produção primária. Dentre as diferentes formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtos primários. O nitrito é encontrado em baixas concentrações notadamente em ambientes oxigenados.

Em fevereiro, as concentrações nitrogênio total Kjeldahl (NTK) variaram entre 0,23 mg/L e 0,72 mg/L (ponto 2 – rio São Marcos) (Figura 18A). Tais concentrações foram similares àquelas freqüentemente mensuradas (valores médios iguais a 0,31 mg/L em fevereiro de 2009; 0,46 mg/L em abril; 0,21 mg/L em junho; 0,61 mg/L em agosto; 0,59 mg/L em outubro; 0,41 mg/L em dezembro; 0,35 mg/L em janeiro de 2010 e 0,38 mg/L em fevereiro).

Considerando as formas inorgânicas de nitrogênio, as concentrações de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-) e nitrogênio amoniacal (NH_3) não foram significativamente afetadas pelo enchimento do reservatório, tendo em vista que suas concentrações foram similares àquelas freqüentemente obtidas no trecho monitorado (Figura 18). Nesse mês, a maior concentração de nitrato (0,3 mg/L) foi registrada nos pontos 2 e 7, enquanto que a maior concentração de nitrito (0,006 mg/L) foi obtida no ponto 1 (rio São Marcos) e de nitrogênio amoniacal (0,52 mg/L) no ponto 2 (rio São Marcos).

De maneira geral, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, todos os pontos monitorados apresentaram concentrações de nitrato e nitrito condizentes com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (10 mg/L para nitrato e 1,0 mg/L para nitrito). Além disso, de acordo com a referida resolução, o limite estipulado para a concentração de nitrogênio amoniacal é dependente do valor de pH. Em ambientes com valores de pH inferiores a 7,5, o valor máximo permitido de nitrogênio amoniacal é igual a 3,7 mg/L; em ambientes com valores de pH entre 7,5 e 8,0 o valor máximo permitido é 2,0 mg/L. Assim, o trecho monitorado apresenta concentrações condizentes com àqueles estabelecidos pela resolução.

EM BRANCO

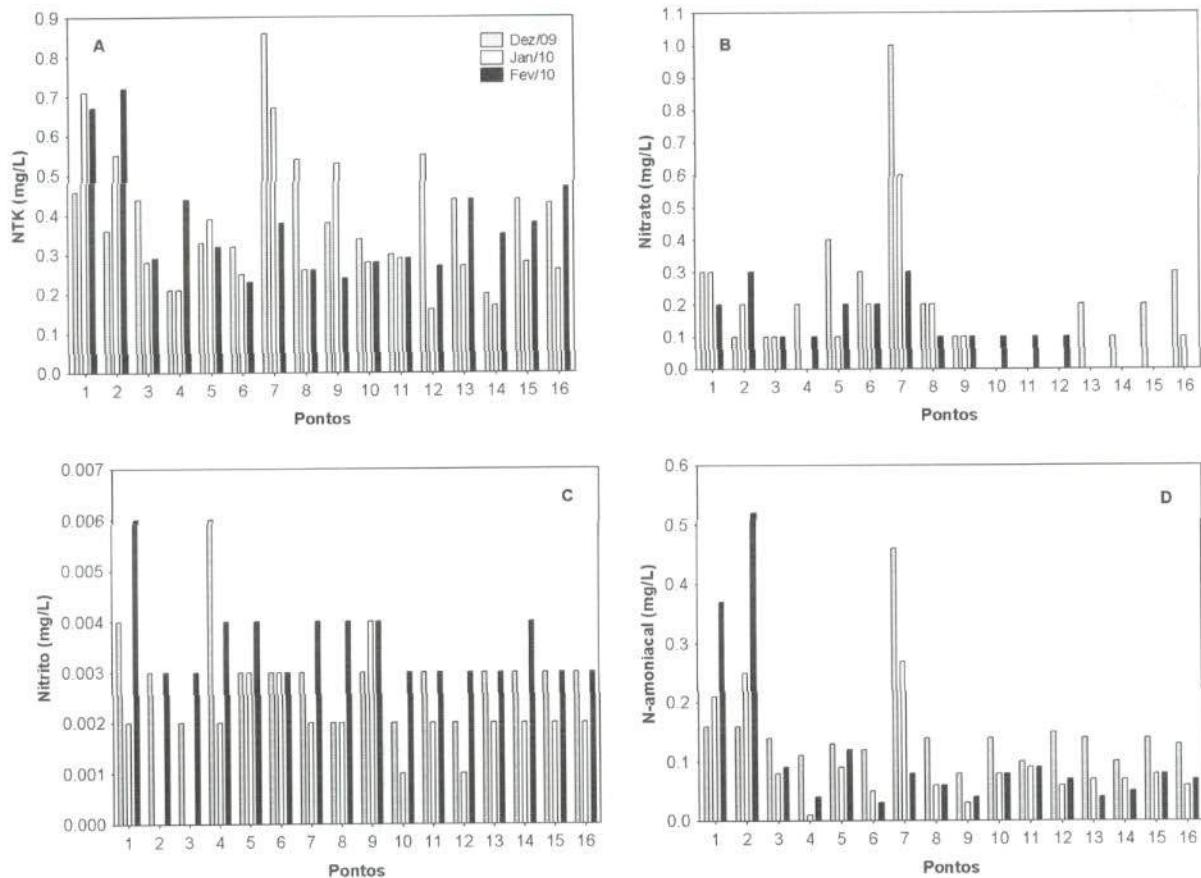


Figura 18. Concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK; A), nitrato (B), nitrito (C) e nitrogênio amoniacoal (D) mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

A clorofila-a está fortemente relacionada com a biomassa fitoplanctônica e pode ser considerada a principal variável indicadora do processo de eutrofização. Assim, a determinação dessa variável em monitoramentos limnológicos é imprescindível. Em fevereiro, as concentrações de clorofila-a variaram entre valores inferiores a 0,01 $\mu\text{g/L}$ e 36,6 $\mu\text{g/L}$ (ponto 1 – rio São Marcos) (Figura 19A). De maneira geral, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, foi possível observar as baixas concentrações de clorofila-a em todos os pontos de coleta. Somente o ponto 1 apresentou elevada concentração dessa variável nesse mês, sendo superior ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (30 $\mu\text{g/L}$).

Os feopigmentos correspondem aos produtos de degradação da clorofila-a e podem ser abundantes na coluna de água. Quando ocorre a morte das células, a clorofila-a é rapidamente degradada por fotooxidação, ou gradualmente sob a ação de agentes físicos, químicos ou bioquímicos. Uma

EM BRANCO

vez produzidos, os feopigmentos ficam retidos na coluna de água ou são depositados. Devido à mistura constante das águas, os feopigmentos podem ser ressuspensos.

Em fevereiro, a concentração de feofitina foi inferior ao limite de detecção do método ($< 0,01 \mu\text{g/L}$) na maior parte dos pontos monitorados (Figura 19B).

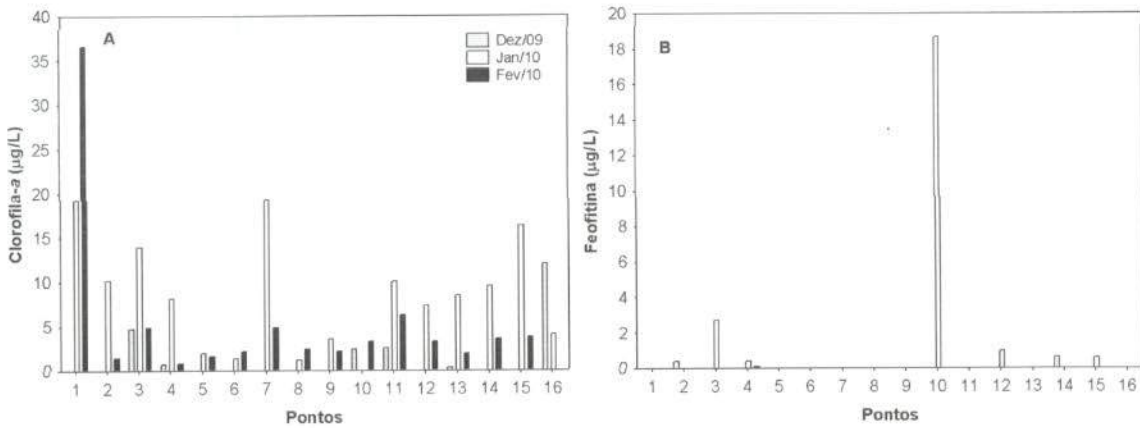


Figura 19. Concentrações de clorofila-a (A) e feofitina (B) mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

DBO₅ e DQO

A DBO₅ é definida como a quantidade de oxigênio utilizada, pelos microorganismos presentes em uma amostra, na oxidação da matéria orgânica para uma forma inorgânica estável (Kalff, 2002). Ecossistemas com baixa velocidade da água, que recebem grandes quantidades de efluentes orgânicos e/ou de matéria orgânica derivada de fontes difusas, podem apresentar elevadas taxas de respiração que promovem a demanda biológica/bioquímica de oxigênio (DBO₅). A Demanda Química de Oxigênio (DQO) representa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. No teste de DQO, além da matéria orgânica biodegradável, também é oxidada a matéria orgânica não biodegradável e outros componentes inorgânicos (sulfetos, por exemplo).

Em fevereiro, os valores de DBO₅ variaram entre 0,1 mg/L e 4,7 mg/L (pontos 16 – rio São Marcos) (Figura 20). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de DBO₅ inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (5,0 mg/L). De fato, o trecho monitorado na área de influência do AHE Serra do Facão freqüentemente

EM BRANCO

EM BRANCO

EM BRANCO

apresenta baixos valores de DBO₅. Concentrações superiores a 5,0 foram detectadas somente em dezembro de 2007, nos pontos 1 e 2.

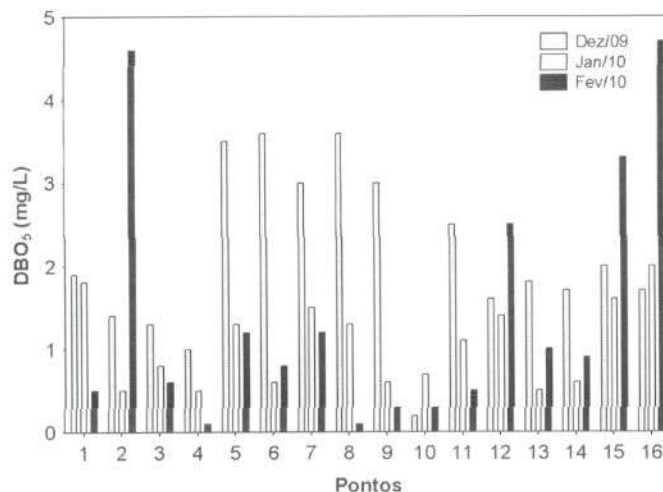


Figura 20. Valores de DBO₅ mensurados entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

As concentrações de DQO variaram entre 1,0 mg/L e 11 mg/L (pontos 16 – rio São Marcos) (Figura 21). De maneira geral, tais valores foram similares àqueles registrados nos demais meses de monitoramento.

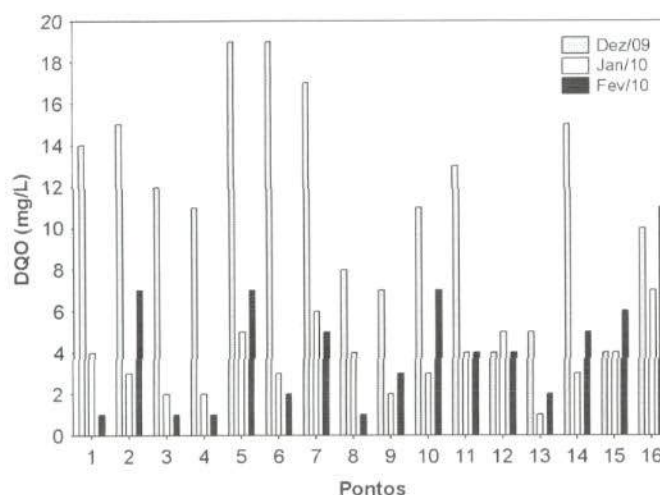


Figura 21. Valores de DQO mensurados entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

Óleos e graxas

Consideram-se “óleos e graxas” os materiais recuperados nas condições de análise devido à sua solubilidade em um solvente orgânico específico para a análise química em questão, com propriedades físicas semelhantes. Incluem, além dos hidrocarbonetos, ácidos graxos, sabões, gorduras, óleos e ceras e também outros materiais cuja extração química pelo solvente seja possível. A

EM BRANCO

maior dificuldade encontrada no estabelecimento do limite oficial tolerável para óleos e graxas está no fato de este parâmetro não possuir categorias químicas definidas, mas incluir milhares de compostos orgânicos com variáveis físicas, químicas e propriedades toxicológicas diferentes (Baumgarten e Pozza, 2001). Quando presentes em quantidade excessiva, os óleos e graxas podem interferir nos processos biológicos aeróbicos e anaeróbicos, causando ineficiência do tratamento de águas residuais. Em fevereiro, a maior parte dos locais monitorados apresentaram concentração "virtualmente ausente" de óleos e graxas, estando de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005. Nesse mês, a maior concentração de óleos e graxas (2,0 mg/L) foi detectada no ponto 10 (rio São João da Cruz).



Cianetos

O íon cianeto tem alta afinidade com muitos metais, formando então compostos metálicos. O cianeto é altamente tóxico e letal, mesmo em baixas concentrações. Entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, as concentrações de cianeto foram inferiores a 0,005 mg/L em todos os pontos monitorados, ou seja, menores que o limite de detecção do método e inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA.

Metais pesados

A maioria dos metais é encontrada naturalmente no ambiente como traços, dissolvidos e não-dissolvidos, produzindo efeitos danosos quando presentes em excesso ou mesmo em baixas concentrações. Os elementos com toxicidades mais elevadas em ambientes aquáticos são: cádmio, cromo, mercúrio, níquel, chumbo e, em menor grau, cobre e zinco.

Entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, as concentrações cádmio (<0,001 mg/L), chumbo (<0,01 mg/L), cromo (<0,01 mg/L), mercúrio (<0,0002 mg/L), urânio (<0,001 mg/L) e zinco (<0,01 mg/L) foram abaixo do limite preconizado pela resolução CONAMA nº 357/2005 (Tabela 2). As concentrações de alumínio também foram inferiores ao limite estabelecido pela referida resolução (0,1 mg/L), na maior parte dos meses de monitoramento.

EM BRANCO

Tabela 2. Metais pesados (mg/L) monitorados na área de influência do AHE Serra do Facão, em fevereiro de 2010.

Pontos	Alumínio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Urânio	Zinco
P1	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0136
P2	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0184
P3	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0042
P4	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0079
P5	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001
P6	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001
P7	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0061
P8	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0062
P9	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0034
P10	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,066
P11	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001
P12	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0072
P13	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0070
P14	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0054
P15	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0093
P16	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001
Resolução Conama n° 357/2005	0,1	0,001	0,01	0,009	0,05	0,0002	0,025	0,02	0,18

5.2. Variáveis bacteriológicas

A presença de coliformes na água indica o potencial da presença de microrganismos patogênicos. Como o grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, isto limita sua aplicação como indicador geral de contaminação fecal. O reconhecimento deste fato levou ao desenvolvimento de métodos de enumeração de um subgrupo de coliformes denominados coliformes fecais (termotolerantes) os quais são diferenciados dos coliformes totais pela sua capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada ($44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$).

Em fevereiro, a densidade de coliformes totais variou entre 170 NMP/100ml (ponto 3 – rio São Marcos) e >16000 NMP/100ml (ponto 10 - rio São João da Cruz) (Figura 22A). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre ausência (pontos 3 e 4) e 9200 NMP/100ml (ponto 12 – ribeirão Buracão) (Figura 22B). Assim, nesse mês, somente o ponto 12 apresentou densidade de coliformes fecais superior ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 (1000 NMP/100ml).

EM BRANCO

Em 2009, as maiores densidades de coliformes fecais (termotolerantes) foram obtidas em abril e agosto de 2009 (valores médios iguais a 2670 NMP/100ml e 2825 NMP/100ml, respectivamente). De maneira geral, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) inferiores a 1000 NMP/100ml.

BRAMA/COAD/Gd. 6950-10
 SIA
 AA
 Meio Ambiente - MMA

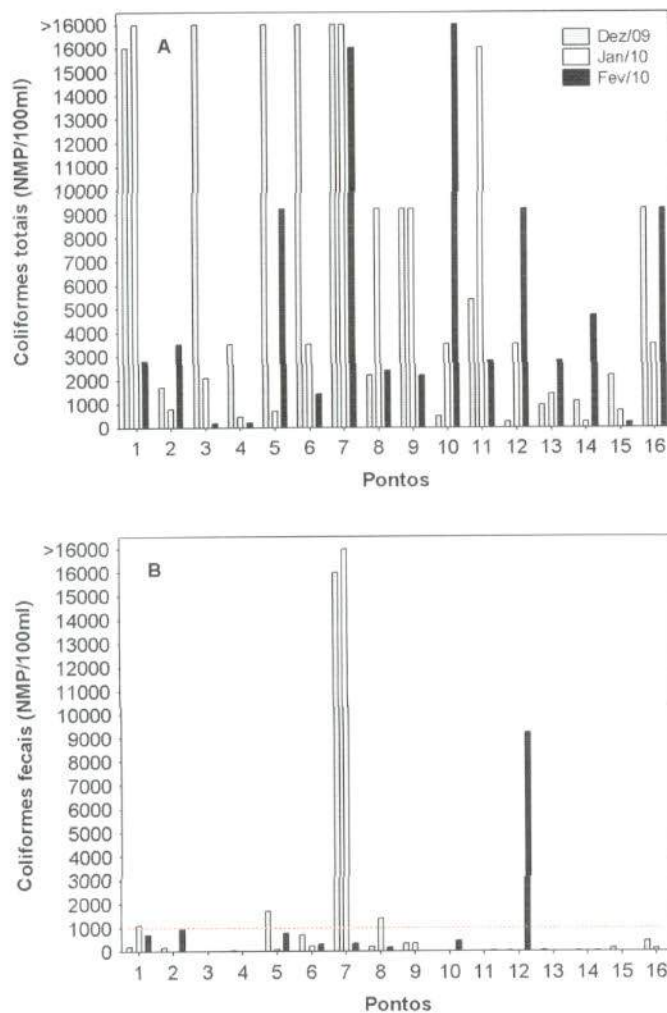


Figura 22. Densidades de coliformes totais (A) e fecais (termotolerantes; B) mensuradas entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010.

5.3. Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*

Os resultados ecotoxicológicos, obtidos em fevereiro de 2010, indicaram ausência de toxicidade em todos os pontos de coleta (Tabela 3). Resultados similares foram obtidos em meses anteriores.

EM BRANCO



Tabela 3. Análise de toxicidade mensurada em fevereiro de 2010.

Pontos	Fev/10
	Toxicidade
1	ausente
2	ausente
3	ausente
4	ausente
5	ausente
6	ausente
7	ausente
8	ausente
9	ausente
10	ausente
11	ausente
12	ausente
13	ausente
14	ausente
15	ausente
16	ausente

5.4. Índice de Qualidade da água (IQA)

Índices de qualidade da água (IQA) são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia geral da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, além de permitir uma comparação entre diferentes cursos d'água. O índice de qualidade de água varia normalmente entre 0 (zero) e 100 (cem), sendo que quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade da água.

O IQA utilizado pela Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente – SEAMA é o mesmo elaborado pela National Sanitation Foundation e adaptado pela CETESB. Este IQA leva em consideração o estabelecimento do abastecimento de água como uso a ser avaliado.

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}), Coliformes Fecais, Temperatura, pH, Nitrogênio Total, Fostato Total, Turbidez e Resíduo Total.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

EM BRANCO

onde:

IQA = Índice de qualidade das águas. Um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sendo *n* o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A qualidade das águas interiores, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, pode ser classificada em faixas da seguinte forma (critério CETESB):

IQA	QUALIDADE
80 – 100	Qualidade Ótima
52 – 79	Qualidade Boa
37 – 51	Qualidade Aceitável
20 – 36	Qualidade Ruim
0 – 19	Qualidade Péssima

Em fevereiro de 2010, a maior parte dos pontos de coleta apresentou valores de IQA indicando “boa” qualidade da água (Tabela 4). Nesse mês, o menor valor de IQA foi registrado no ponto 12 (ribeirão Buracão), enquanto que o maior valor foi obtido no ponto 4 (rio São Marcos). Em dezembro de 2009 e janeiro de 2010, a maior parte dos pontos de coleta também apresentou valores de IQA indicando “boa” qualidade da água.

De maneira geral, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, os valores de IQA indicaram que o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou “boa” qualidade da água (Figura 23). Os menores valores de IQA foram registrados em fevereiro de 2008 (ponto 4 - 51,6), dezembro de 2008 (ponto 6 - 51,944), fevereiro de 2009 (pontos 5 e 6 - 44,958 e 44,905,

EM BRANCO

EM BRANCO

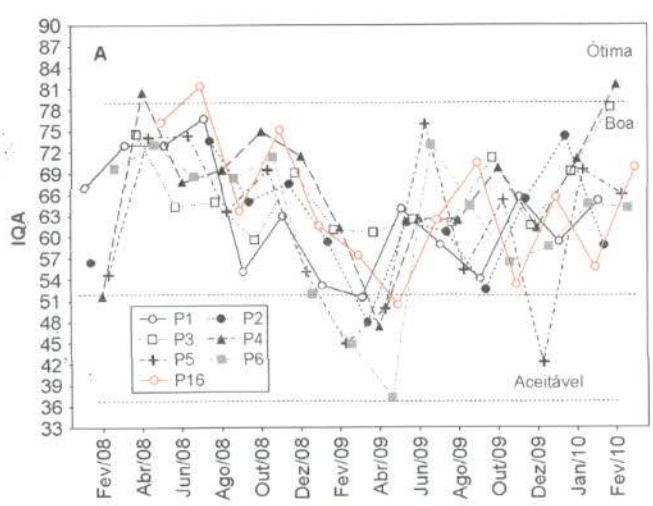


respectivamente), abril de 2009 (pontos 1, 2, 4, 5, 6 e 16) e dezembro de 2009 (pontos 5, 7, 11 e 12) (Figura 23).

Além disso, durante o enchimento do reservatório, os valores médios de IQA também foram elevados (média igual a 57,79 em dezembro de 2009; 64,92 em janeiro de 2010 e 69,23 em fevereiro).

Tabela 4. Índice de Qualidade da Água (IQA) nos pontos de coleta.

Pontos	Dez/09		Jan/10		Fev/10	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
1	65,621	Boa	59,284	Boa	65,094	Boa
2	65,419	Boa	74,267	Boa	58,785	Boa
3	61,589	Boa	69,278	Boa	78,357	Boa
4	61,231	Boa	71,021	Boa	81,622	Ótima
5	42,276	Aceitável	69,534	Boa	65,983	Boa
6	58,581	Boa	64,598	Boa	64,085	Boa
7	45,000	Aceitável	43,776	Aceitável	66,089	Boa
8	60,942	Boa	62,125	Boa	71,766	Boa
9	59,509	Boa	64,785	Boa	74,632	Boa
10	52,744	Boa	65,455	Boa	66,046	Boa
11	48,144	Aceitável	70,856	Boa	71,956	Boa
12	46,629	Aceitável	66,932	Boa	55,941	Boa
13	66,652	Boa	70,705	Boa	75,218	Boa
14	60,088	Boa	74,115	Boa	75,066	Boa
15	64,652	Boa	56,395	Boa	67,245	Boa
16	65,566	Boa	55,683	Boa	69,848	Boa



EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
 Proc: 69610
 Fls: 523
 Cui: AA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

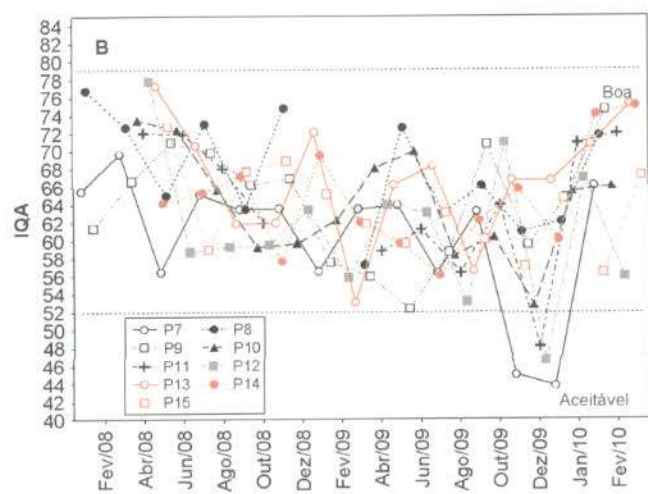


Figura 23. Variabilidade temporal dos valores de IQA (Índice de Qualidade da água) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre fevereiro de 2008 e fevereiro de 2010.

5.5. Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA)

O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora aquática. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido), parâmetros esses agrupados no IPMCA - Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET - Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo. Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia.

A proteção das comunidades aquáticas está prevista para corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3. O Índice descreve cinco classificações de qualidade, relacionadas a seguir:

PONDERAÇÃO	QUALIDADE
$IVA \leq 2,5$	Qualidade Ótima
$2,6 \leq IVA \leq 3,3$	Qualidade Boa
$3,4 \leq IVA \leq 4,5$	Qualidade Regular
$4,6 \leq IVA \leq 6,7$	Qualidade Ruim
$IVA > 6,8$	Qualidade Péssima

EM BRANCO

O IVA – Índice de qualidade de água para proteção da vida aquática é calculado a partir do IPMCA e do IET, segundo a expressão:

$$\text{IVA} = (\text{IPMCA} \times 1,2) + \text{IET}$$

Em fevereiro de 2010, os valores do IVA variaram entre 1,7 (qualidade ótima) e 4,2 (regular; ponto 1) (Tabela 5). De maneira geral, o trecho monitorado não apresentou concentração detectável de contaminantes químicos tóxicos, no entanto, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido em alguns locais resultaram em baixos valores do IVA.



EM BRANCO

Tabela 5. Resultados dos parâmetros utilizados no cálculo do IVA e valores do IVA obtidos em fevereiro de 2010 no reservatório da UHE Serra do Fação. NT=Não Tóxico; IPMCA= Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática; IET= Índice do Estado Trófico.

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
OD	6,9	6,2	5,4	5,6	6,9	5,4	6,5	6,9	5,8	5,3	5,3	4,6	5,7	5,9	4,5	4,9
pH	7,1	6,9	7,2	7,3	8	8,2	7,5	7,7	7,8	7,3	7	7,1	7,1	7,4	7,2	7,6
Toxicidade	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Cadmio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cobre	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Chumbo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Merc	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Niquel	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
fenóis	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
surfactantes	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	0,0136	0,0184	0,0042	0,0079	<0,0001	<0,0001	0,0061	0,0062	0,0034	0,066	<0,0001	0,0072	0,007	0,0054	0,0093	<0,0001
IPMCA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
PT	34,83	38,15	6,61	<1,0	4,94	3,84	4,94	<1,0	123,95	4,94	5,50	<1,0	<1,0	<1,0	14,91	3,28
Clorofila-a	36,60	1,49	4,91	0,82	1,64	2,18	4,91	2,46	2,18	3,28	6,28	3,28	1,91	3,55	3,82	<0,1
IET	60,2	52,6	50,2	40,1	46,6	46,6	49,3	42,7	57,01	48,3	50,2	43,4	42,1	43,6	52,0	38,4
	eutrof	meso	oligo	ultraolig	ultraolig	ultraolig	oligo	ultraolig	meso	oligo	oligo	ultraolig	ultraolig	ultraolig	oligo	ultraolig
IVA	4,2	3,2	2,2	1,7	1,7	1,7	2,2	1,7	3,2	2,2	2,2	2,9	1,7	1,7	3,4	2,9
	regular	boa	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo	boa	ótimo	ótimo	boa	ótimo	ótimo	regular	boa



EM BRANCO



5.6. Variáveis biológicas: plâncton, macroinvertebrados e macrófitas

O simples monitoramento das alterações de variáveis físicas e químicas da água não é um meio seguro de avaliação de impactos, pois, muitas vezes, estas ocorrem em um período de tempo tão curto, que não são detectadas. Por outro lado, o compartimento biótico oferece um registro confiável das pressões naturais ou não, impostas ao sistema, constituindo numa somatória temporal das condições ambientais (Brandinarte et al., 1999).

5.6.1. Fitoplâncton

Composição e riqueza de espécies

A comunidade fitoplanctônica amostrada na área de influência da UHE Serra do Facão, no mês de fevereiro de 2010, foi representada por alta diversidade, sendo registrados 138 táxons (Tabela 6), distribuídos entre 11 grupos taxonômicos. O número total de táxons fitoplanctônicos registrado na área de influência da UHE Serra do Facão em fevereiro de 2010 foi superior ao observado em dezembro de 2009 e foi similar ao observado no alto rio Paraná (Rodrigues et al., 2009), médio rio Paraná (Devercelli, 2010), rio Corumbá (Silva et al., 2001) e em rios situado a jusante de reservatórios da bacia do rio Paranapanema (Ferrareze e Nogueira, 2006).

Chlorophyceae, *Bacillariophyceae* e *Zygnemaphyceae* foram os principais grupos qualitativamente, e representaram 30%, 24% e 20% da composição fitoplanctônica, respectivamente. Estes grupos foram registrados como os mais importantes qualitativamente nos ambientes monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão, durante toda a fase rio, e também têm sido registrados como os mais especiosos em rios e reservatórios. As clorofíceas foram representadas principalmente pela Ordem Chlorococcales, sendo cosmopolitas e favorecidas em ambientes transparentes, com mistura da coluna de água e ricos em nutrientes.

As bacilariofíceas foram representadas por táxons meroplanctônicos e ticoplanctônicos, comuns em rios e reservatórios. As zignemafíceas são favorecidas em águas transparentes e oligotróficas (Reynolds et al., 2002), estando associadas à vegetação litorânea, em especial às macrófitas aquáticas

EM BRANCO

(Murakami et al., 2009). A ocorrência destas algas nos ambientes monitorados provavelmente foi devido à forte influência da região marginal.

Cyanobacteria representou 13% do total de táxons, demonstrando um *acréscimo na participação deste grupo no mês de fevereiro, quando comparado ao mês de dezembro.* Foram registrados táxons tipicamente planctônicos e toxigênicos, como *Microcystis* e *Radiocystis* (Tabela 6).

Tabela 6. Táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos de coleta da área de influência da UHE Serra do Facão no mês de fevereiro de 2010.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
BACILLARIOPHYCEAE																
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.							X									
<i>Achnanthes</i> sp.	X															
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow									X		X					
<i>Anomoeoneis</i> sp.	X															
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Sim.							X									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.							X									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>granulata</i>									X							
<i>Cocconeis</i> sp.														X		
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	X						X									
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auersw.	X						X									
<i>Cymbella</i> sp.									X							
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Holk & Klee		X			X		X	X	X		X			X		
<i>Eunotia flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.								X								
<i>Eunotia</i> sp.																X
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.							X	X								
<i>Fragilaria</i> sp.	X				X		X									
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.						X										
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.	X															
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	X							X								X
<i>Melosira varians</i> Agard.									X							
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	X	X						X	X							
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.								X	X							
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	X				X				X							
<i>Navicula</i> sp.	X				X				X							
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	X							X	X							
<i>Nitzschia</i> sp.						X										
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve							X	X								
<i>Surirella</i> cf. <i>linearis</i> W. Smith	X															
<i>Surirella</i> sp.								X	X							
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.	X			X	X		X	X			X					
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Crav.													X	X	X	X
<i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Round & Crav.															X	X
Pennales não identificada									X							
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West							X								X	X
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmerm.) Cronb. & Komárek											X			X		
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström	X						X	X								
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.	X	X														

EM BRANCO

EM BRANCO



Tabela 6. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.										x						
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.							x									
<i>Coelomorum tropicale</i> Senna, Peres & Komárek	x						x									
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagn.	x															
<i>Geitlerinema</i> sp.	x						x									
<i>Jaaginema</i> sp.	x										x					
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmerm.													x			
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek													x			
<i>Oscillatoria</i> sp.		x							x							
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Komárek	x															
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Komárek					x	x	x									
<i>Pseudanabaena</i> sp.																x
<i>Radiocystis fernandoi</i> Komárek & Kom.-Legn.							x									
<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hind.														x		
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.												x				
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott										x	x	x		x	x	x
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.							x									
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schm.							x									
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.									x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coenochloris</i> sp.																x
<i>Coenocystis</i> sp.															x	x
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West	x															
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) E. Hegew.							x									
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.							x				x					
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lag.) Am., Friedl & E. Hegew.							x									
<i>Desmodesmus intermedius</i> var. <i>acutispinus</i> (Roll) E. Hegew.							x									
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. et G. S. West) E. Hegew.							x									
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) E. Hegew.							x									
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood							x							x		
<i>Dimorphococcus cordatus</i> Wol. sensu Chodat	x						x									
<i>Elakathotrix</i> sp.			x										x			
<i>Eudorina elegans</i> Her.			x													
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Komárek Sensu Komárek							x	x						x		
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schm.							x									
<i>Kirchneriella rosolata</i> F. Hindak							x			x			x			
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Komárek - Legn.	x					x	x									
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Komárek-Legn.							x									
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárek-Legn.			x						x		x		x			
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.						x						x				
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárek-Legn.				x	x	x				x		x	x	x	x	x
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West							x	x				x	x	x	x	
<i>Nephrocytium schilleri</i> (Kammerer) Comas González												x	x		x	
<i>Oocystis borgei</i> Snow							x									

EM BRANCO

EM BRANCO



Tabela 6. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat				x			x									
<i>Oocystis</i> sp.														x	x	
<i>Pediastrum duplex</i> Mey.	x						x				x					
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs							x				x					
<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohlin) Printz.														x		
<i>Quadrigula</i> sp.				x							x	x	x			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb.) Chodat							x									
<i>Scenedesmus</i> sp.																x
<i>Selenastrum gracile</i> Reins.											x					
<i>Sphaerelopsis</i> sp.									x							
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourrelly	x		x	x						x	x	x	x	x	x	x
<i>Schroederia antillarum</i> Komárek											x					
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmerm.														x		
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.							x									x
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.		x			x	x		x								
<i>Mallomonas</i> sp.	x		x	x			x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Synura</i> sp.					x		x									
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.								x								
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>longicauda</i> (Ehrenb.) Duj.							x									
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.													x			
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.			x								x		x		x	x
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.			x										x			x
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja							x	x		x	x	x	x	x	x	
<i>Cryptomonas</i> sp.			x		x	x		x			x	x	x		x	
ZYGNEMAPHYCEAE																
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb.) Teil.							x	x			x					
<i>Bambusina brébissonii</i> Kütz.								x								
<i>Closterium acutum</i> L. A. Bréb. ex Ralfs					x	x										
<i>Closterium</i> cf. <i>navicula</i> (Bréb.) Lütkem.								x								
<i>Closterium</i> sp.	x				x			x								
<i>Cosmarium candianum</i> Delponte								x								
<i>Cosmarium contractum</i> Kirch.	x						x	x			x					
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.							x									
<i>Cosmarium</i> sp.														x		
<i>Desmidium laticeps</i> Nordst.	x															
<i>Euastrum abruptum</i> Nordst.							x									
<i>Pleurotaenium minutum</i> (Ralfs) Hilse								x								
<i>Pleurotaenium</i> sp.								x								
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) W. West & G.S. West							x									
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs											x					
<i>Staurastrum leptocladum</i> C.F.O Nordstedt				x			x					x	x			
<i>Staurastrum punctulatum</i> L. A. Bréb.							x		x							
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (C. F. O. Nordstedt.) West G. S West 20,0 x 22,0				x			x									
<i>Staurastrum quadrangulare</i> L. A. Bréb.								x								
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve								x								
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs					x					x			x			
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt.																x
<i>Staurastrum volans</i> West & GS West							x									
<i>Staurastrum</i> sp.								x						x		
<i>Stauroidesmus dickiei</i> (Thén- Marc.) Teil							x									
<i>Stauroidesmus subulatus</i> F. Nordstedt.													x			
<i>Stauroidesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.				x						x	x	x	x	x	x	
<i>Xanthidium armatum</i> (L. A. Bréb.) G. L. Rabenh.							x									

EM BRANCO

IBAMA/CODIGO
 69610
 529
 19
 2010 - MMA

Tabela 6. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
DINOPHYCEAE																
<i>Peridinium</i> sp.			x			x				x	x	x		x		
<i>Peridinium</i> sp 1							x						x		x	
OEDOGONIOPHYCEAE																
<i>Oedogonium</i> sp.			x			x	x	x								
XANTHOPHYCEAE																
<i>Pseudostaurastrum enorme</i> (Ralfs) Chodat							x			x						
<i>Pseudostaurastrum limneticum</i> (Bor.) Couté e Rous.											x					
RAPHYDOPHYCEAE																
<i>Gonyostomum</i> sp.																x

Foram registrados baixos valores de riqueza de espécies nas amostras do rio São Marcos, com média de 7 táxons por amostra e variação de 2 no ponto 2 a 15 no ponto 1 (Figura 24, Tabela 6). Com exceção dos pontos 5 e 6 foi registrado um decréscimo acentuado nos valores de riqueza nos pontos monitorados neste rio, em fevereiro de 2010, o que pode ser atribuído às chuvas neste período, e conseqüentemente a baixa disponibilidade luminosa.

Nos pontos situados nos tributários do rio São Marcos, a riqueza de espécies variou de 6 táxons no ponto 10, situado no córrego São João da Cruz a 29 táxons no ponto 7, situado no rio São Domingos. Com exceção do ponto 15, situado no córrego Pirapetinga, o qual apresentou aumento nos valores de riqueza no mês de fevereiro, nos demais, este atributo apresentou valores similares aos obtidos em dezembro DE 2009 e em durante o período de estudo na fase rio da UHE Serra do Facão. Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cryptophyceae apresentaram maior contribuição à riqueza em fevereiro de 2010 (Tabela 6, Figura 25).

EM BRANCO

PAMA/COAD/GO
 6000
 SDO
 MMA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

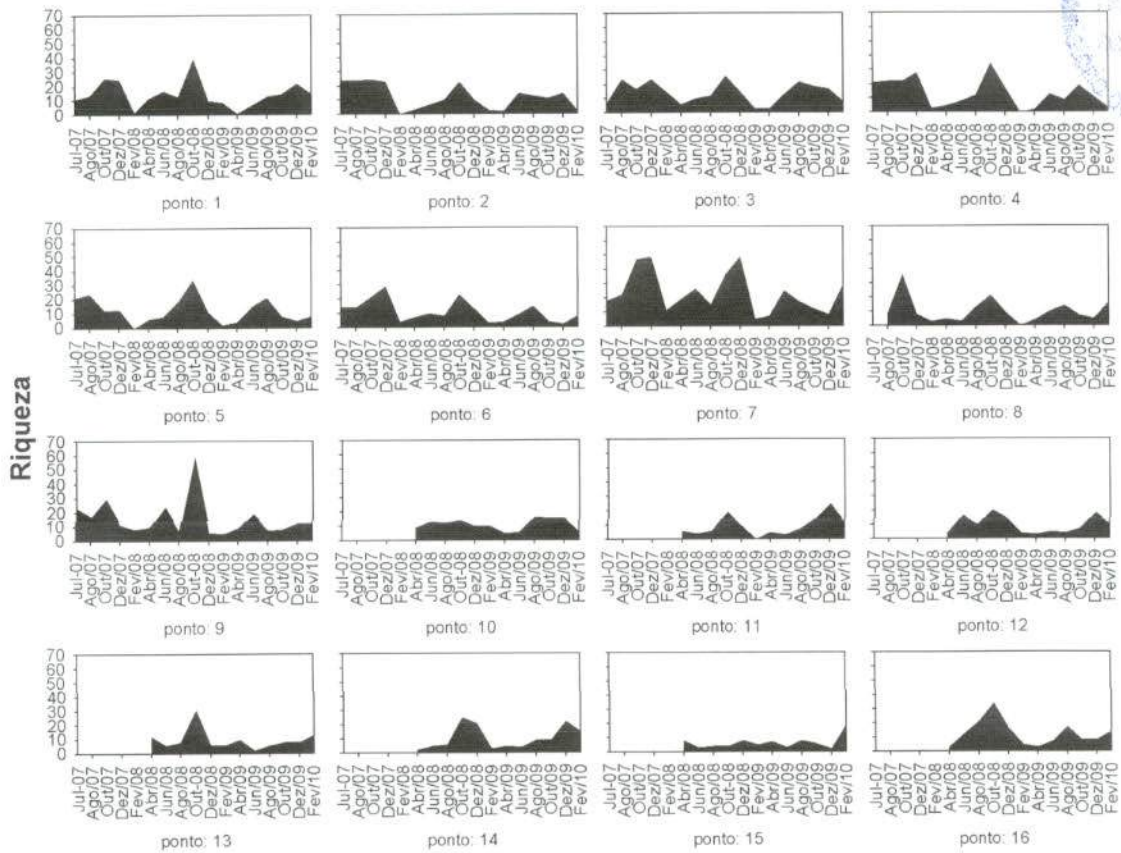


Figura 24. Riqueza da comunidade fitoplânctônica nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
 6866/0
 531
 20

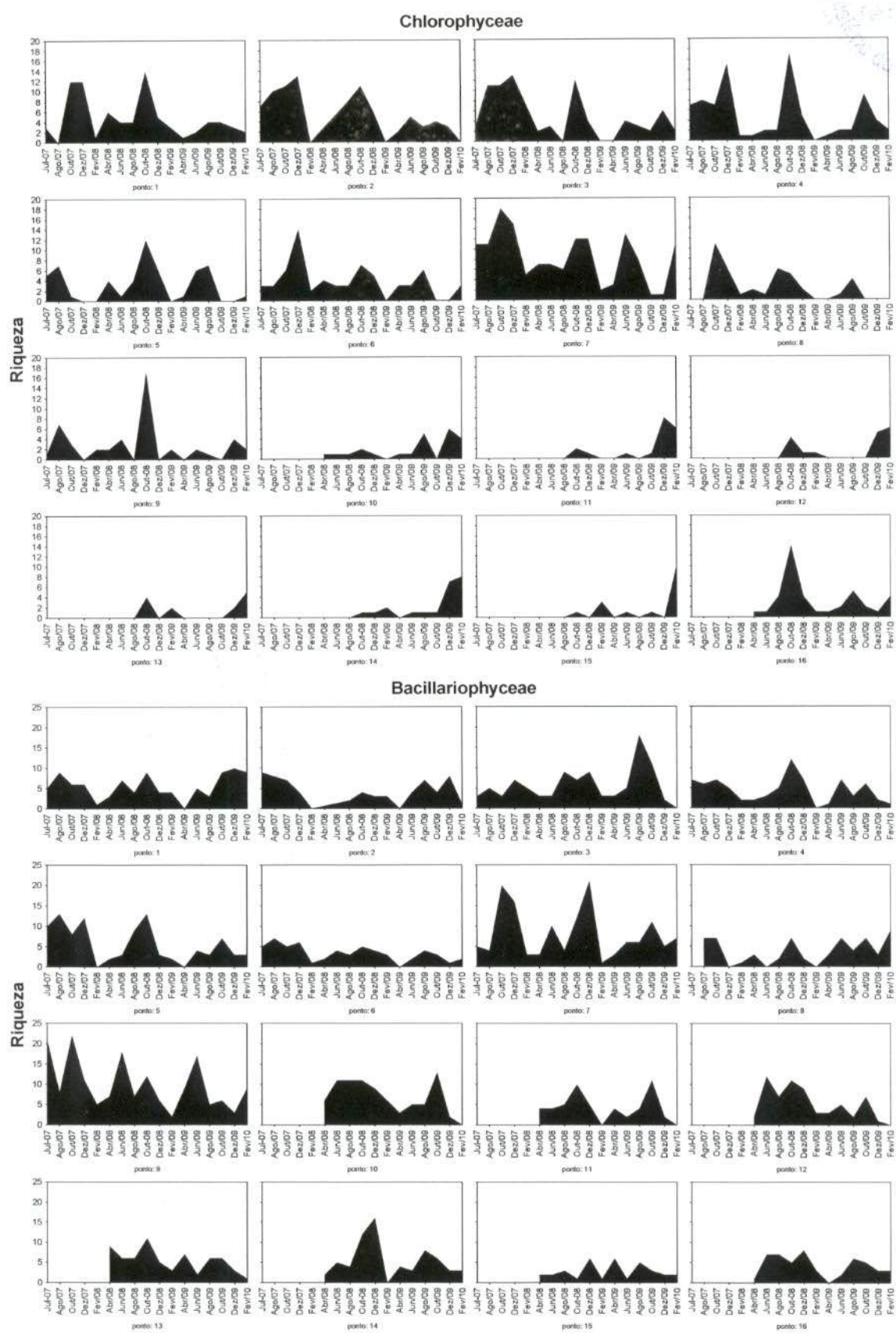


Figura 25. Riqueza dos principais grupos fitoplancônicos nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO

696160
532
AA

Densidade e biomassa fitoplanctônica

Seguindo o padrão verificado para a área de influência da UHE Serra do Facão nos meses anteriores, foram registrados baixos valores de densidade e biomassa fitoplanctônica em fevereiro de 2010, sendo estes inferiores a 500 ind.mL⁻¹ e 0,4 mm³.L⁻¹ (Figura 26, Tabela 7). De acordo com os critérios propostos por Vollenweider (1968) para caracterização trófica dos ambientes, os valores de biovolume fitoplanctônico registrados durante todo o período de estudo, caracterizaram condições de oligotrofia (< 2 mm³.L⁻¹) em todos os pontos, exceto nos pontos 13 e 15 em outubro de 2008 e no ponto 13, em dezembro de 2009 (Figura 26).

Os baixos valores registrados são comuns em sistemas lóticos, haja vista que a comunidade fitoplanctônica é fortemente limitada pela vazão e outras variáveis relacionadas à velocidade de fluxo da água, especialmente o transporte de sólidos suspensos e a atenuação da luz (Reynolds, 1995; Tryfon et al., 1996; Reynolds, 2006; Piirsoo et al., 2008; Devercelli, 2010; Salmaso e Zignin, 2010), a despeito de estes sistemas apresentarem altas concentrações de nutrientes, e nestes também serem baixas as taxas de herbivoria pelo zooplâncton (Reynolds e Descy, 1996). Esta limitação do desenvolvimento fitoplanctônico pode ser menos intensa em períodos de menor vazão e em regiões de menor fluxo ao longo dos rios.

Em fevereiro de 2010, as clorofíceas, bacilariofíceas, zygnemafíceas e criptofíceas apresentaram maior contribuição à densidade e biomassa (Figuras 27, 28, 29 e 30). As clorofíceas e bacilariofíceas são geralmente selecionadas pelo investimento no crescimento rápido (Chételat et al., 2006; Ferrareze e Nogueira, 2006) e foram representadas principalmente por espécies de pequeno tamanho celular.

A instabilidade ambiental em decorrência do enchimento do reservatório pode impedir a dominância de espécies de elevado tamanho, baixa taxa de crescimento, as quais não superam as perdas advectivas (Reynolds, 2000; Chételat et al., 2006). As condições impostas pelo enchimento do reservatório provavelmente favoreceram algas oportunistas como as criptofíceas, as quais apresentaram um incremento em densidade e biomassa na maioria dos pontos, em dezembro de 2009. A redução dos valores em dezembro, provavelmente, se deve a diluição promovida pelas chuvas.

EM BRANCO

EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
 69619
 533
 AA
 Meio Ambiente - MMA

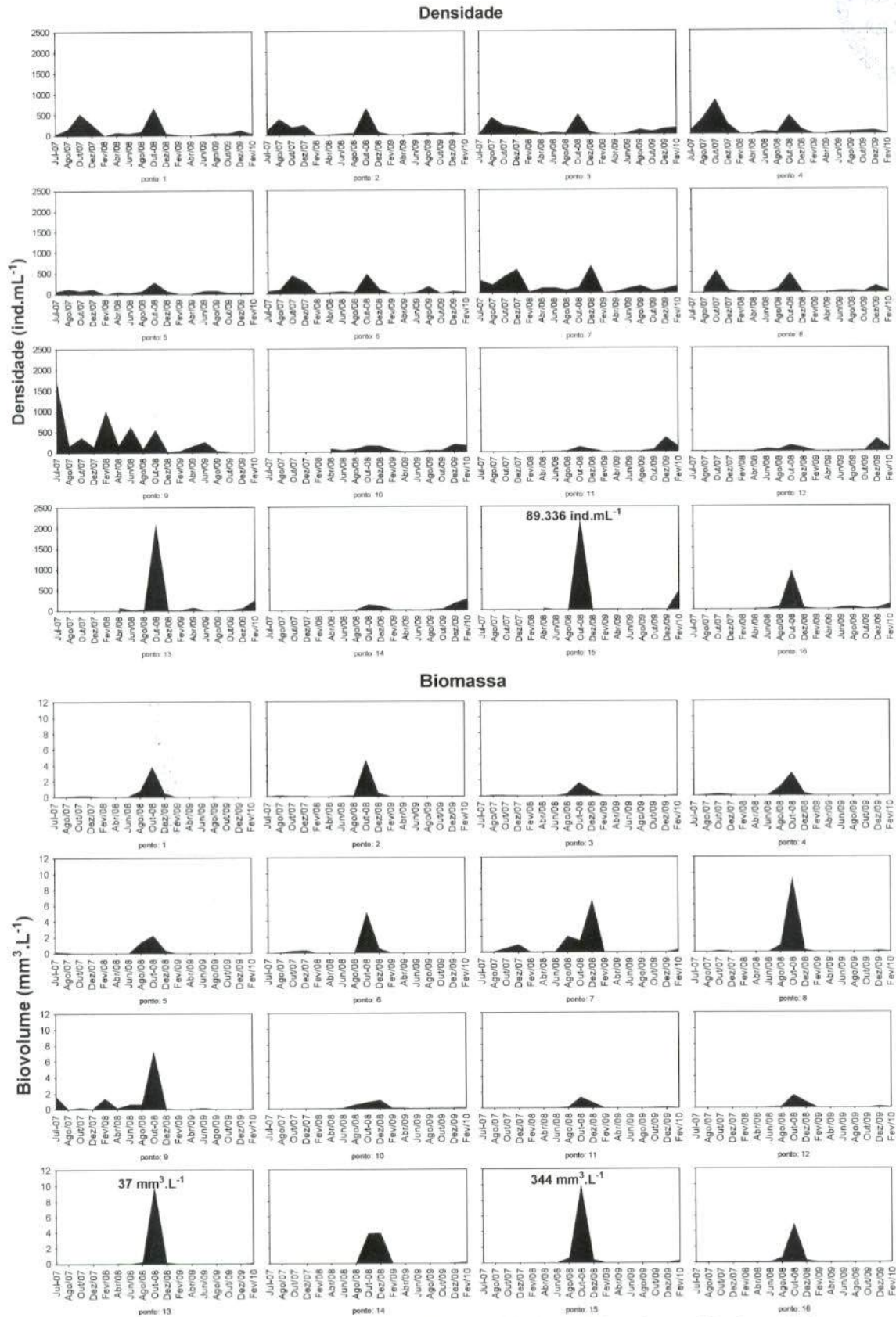


Figura 26. Variação temporal e espacial da densidade e Biovolume fitoplancôntico nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valores máximos de densidade e biovolume no ponto 15 e biomassa nos pontos 13 e 15, no mês de outubro de 2008).

EM BRANCO

EM BRANCO



RELAÇÃO Nº 096/6
 JBY
 MMA

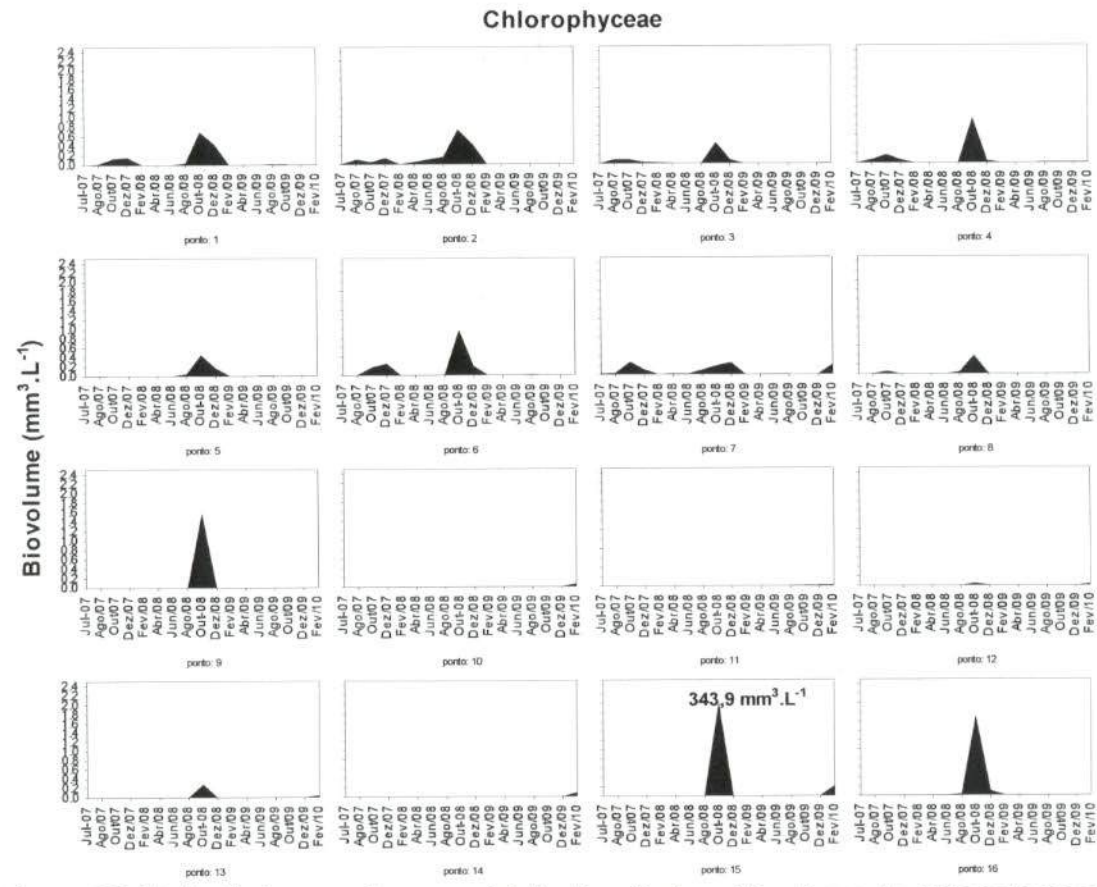
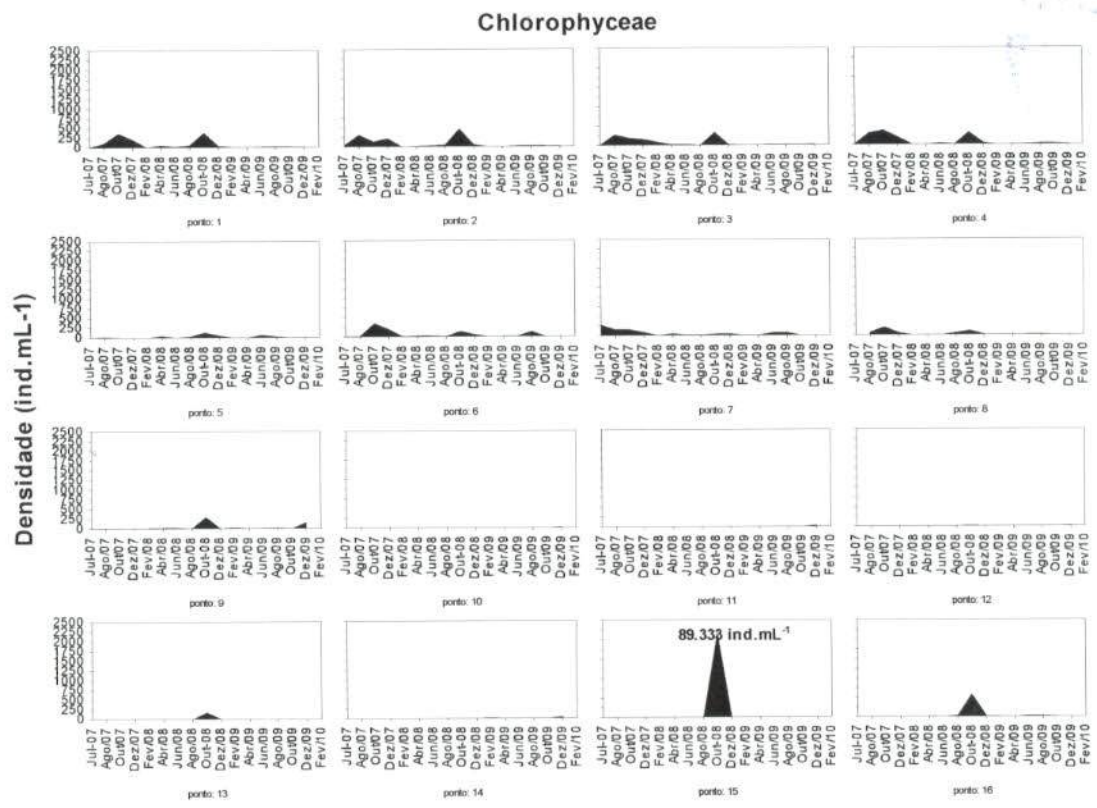


Figura 27. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Chlorophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
 69610
 535
 2007/2010 - MMA

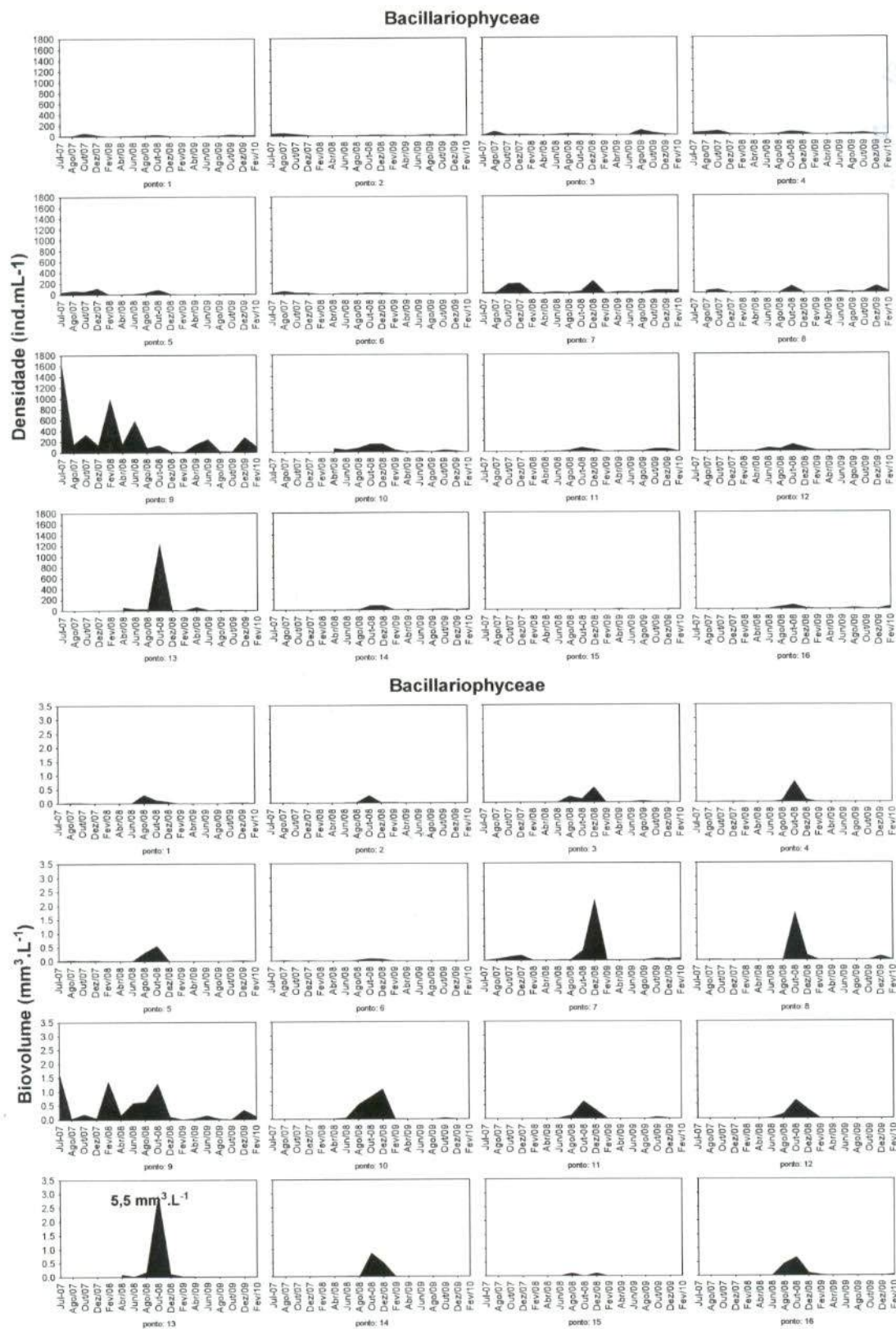


Figura 28. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Bacillariophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO

IBAMA/CODIGO
 696/0
 536
 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - MMA

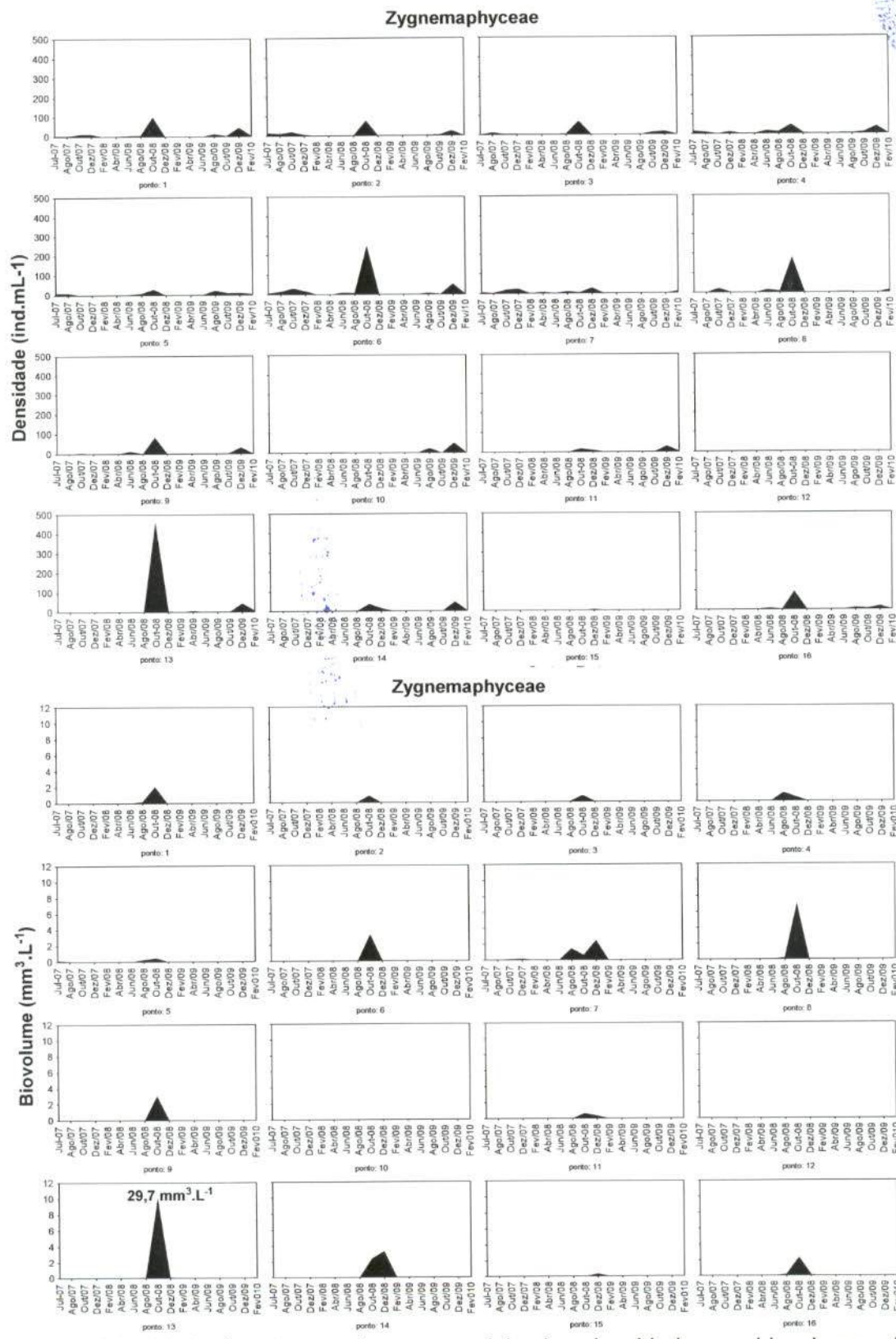


Figura 29. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Zygnemaphyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

IMBRANCO

ISA/MMA/COAD/GO
 Pro: 69610
 537
 MMA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

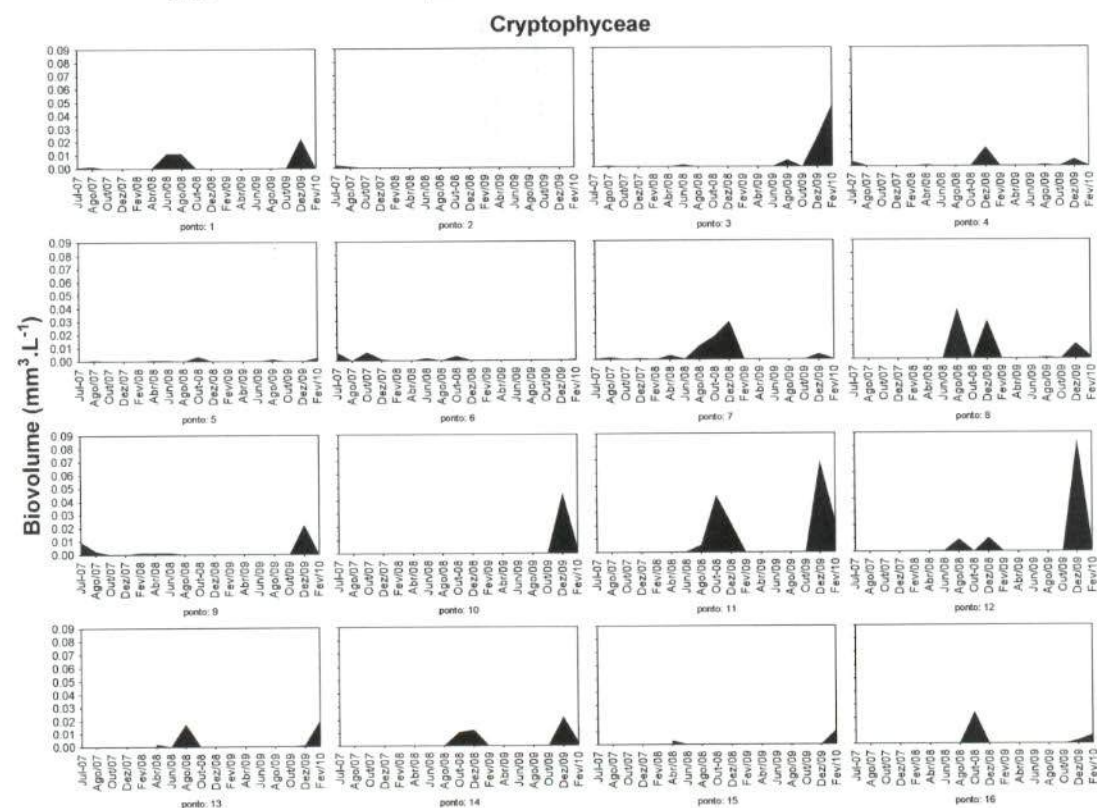
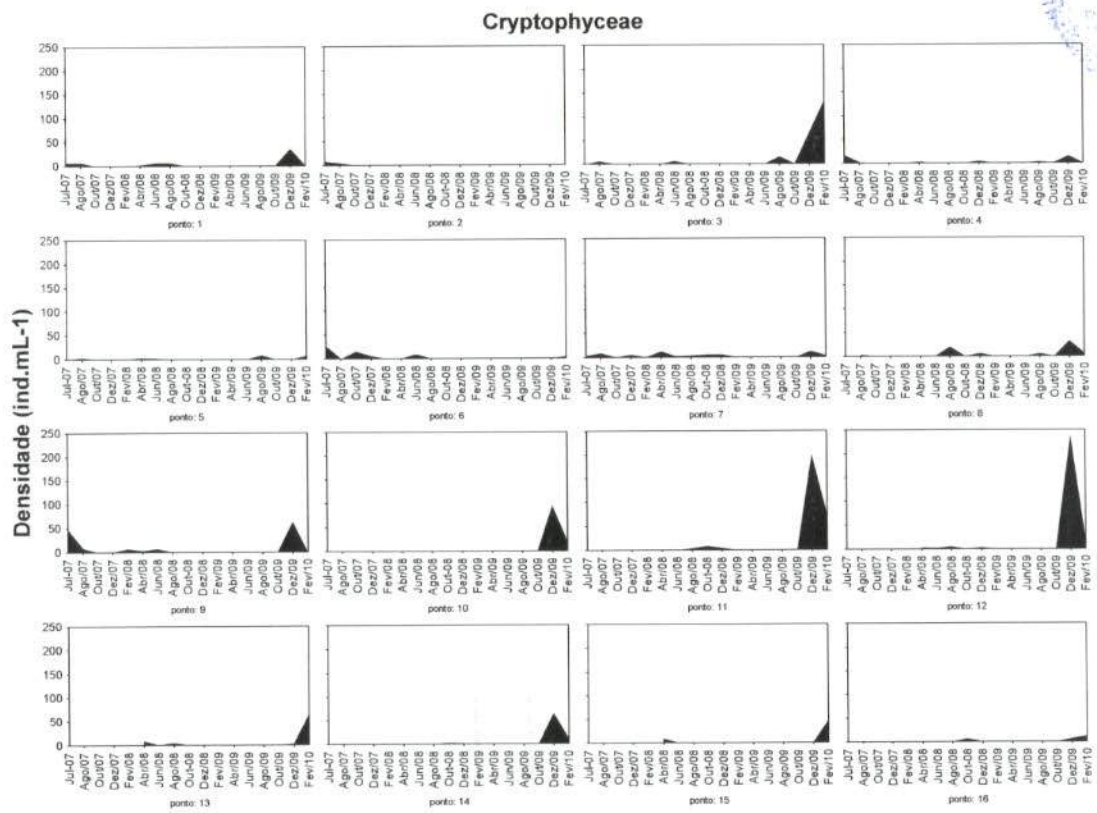


Figura 30. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Cryptophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM BRANCO

Tabela 7. Densidade dos táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos de coleta da área de influência da UHE Serra do Facão (GO), em fevereiro de 2010.

696/10
538
MA

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
BACILLARIOPHYCEAE																
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.							3									
<i>Achnanthes</i> sp.	2															
<i>Anomoeoneis</i> sp.	4															
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Sim.							3									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.							9									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>granulata</i>									3							
<i>Cocconeis</i> sp.														5		
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow	2						1									
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auersw.	2															
<i>Cymbella</i> sp.										1						
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Holk & Klee		3			3		13	6	3					5		
<i>Eunotia flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.								3								
<i>Eunotia</i> sp.																3
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.								3								
<i>Fragilaria</i> sp.	1				3		3									
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	5							3								3
<i>Melosira varians</i> Agard.										1						
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	2							3								
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.								1	41							
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	2					3			10							
<i>Navicula</i> sp.	2				3				14							
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.								3	24							
<i>Nitzschia</i> sp.						3										
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve							3	3								
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.				4				1								
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.													8	16	5	
<i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Round & Craw.															11	42
Pennales não identificada									6							
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West							3								3	5
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström							9									
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.							1									
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagn.	2															
<i>Geitlerinema</i> sp.	2															
<i>Oscillatoria</i> sp.									3							
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Komárek								3								
<i>Pseudanabaena</i> sp.																3
<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hind.														5		
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.												3				
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott										1	2	3		11	13	10
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.							3									
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.										101		3		11	3	3
<i>Coenochloris</i> sp.															13	
<i>Coenocystis</i> sp.															3	3
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West	2															
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.									9							
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lag.) Am., Friedl & E. Hegew.									9							
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) E. Hegew.									3							

EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
6964
539
LA

Tabela 7. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Elakathotrix</i> sp.													1			
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Komárek Sensu Komárek							1							5		
<i>Kirchneriella roselata</i> F. Hindak										3						
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Komárek - Legn.	2					3	3									
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Komárek-Legn.							1									
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárek-Legn.			1						3		12		8			
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.						3						6				
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárek-Legn.				1	7	3					5		84	21	32	8
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West							3						17		5	
<i>Nephrocytium schilleri</i> (Kammerer) Comas González												6			3	
<i>Oocystis borgei</i> Snow							47									
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat				4			9									
<i>Oocystis</i> sp.														5	3	
<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohlin) Printz.														47		
<i>Quadrigula</i> sp.											1					
<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehrenb.) Chodat							3									
<i>Scenedesmus</i> sp.															5	
<i>Sphaerelopsis</i> sp.									3							
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourrelly			25								13	24	41	50	105	296
<i>Schroederia antillarum</i> Komárek											2					
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmerm.														16		
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.							3									8
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.		1			1	7										
<i>Mallomonas</i> sp.	2		6					1		25	2	1	8	5	11	24
<i>Synura</i> sp.							1									
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.								3								
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.			22								17		25		3	3
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.			13										8			10
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja							3	3		19	2	16	8	11	33	
<i>Cryptomonas</i> sp.			98		7	3		3			55	3	25		11	
ZYGNEMAPHYCEAE																
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb.) Teil.								6								
<i>Closterium acutum</i> L. A. Bréb. ex Ralfs						1										
<i>Closterium</i> cf. <i>navicula</i> (Bréb.) Lütken.								3								
<i>Closterium</i> sp.	2				3											
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.							3									
<i>Euastrum abruptum</i> Nordst.							1									
<i>Pleurotaenium minutum</i> (Ralfs) Hilsa								3								
<i>Staurastrum punctulatum</i> L. A. Bréb.							3									
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetracerum</i>					3											
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt.															3	
<i>Staurodesmus dickiei</i> (Thén- Marc.) Teil							3									
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.											2		8			
DINOPHYCEAE																
<i>Peridinium</i> sp.			3									3		5		
<i>Peridinium</i> sp1													8		3	
OEDOGONIOPHYCEAE																
<i>Oedogonium</i> sp.			3													
RAPHYDOPHYCEAE																
<i>Gonyostomum</i> sp.																3

EM BRANCO

EM BRANCO





5.6.2. Zooplâncton

Composição

A análise da composição zooplanctônica, nas amostras coletadas em fevereiro de 2010, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, revelou a ocorrência de 66 espécies, destacando-se, novamente, os protozoários testáceos com 28 espécies, seguidos por rotíferos, com 25 espécies, cladóceros com 11 e copépodes com 2 espécies (Tabela 8). Temporalmente, evidencia-se, em fevereiro de 2010, um número de espécies similar àquele registrado em dezembro de 2009, quando se registrou uma redução marcante no número de espécies, especialmente de protozoários testáceos.

Como discutido no último relatório, esta redução no número de espécies do zooplâncton, especialmente de protozoários testáceos está, certamente, associada à redução na velocidade de corrente em grande parte da área de estudo, determinada pelo fechamento do reservatório. Considerando que os testáceos são organismos preferencialmente associados à algum substrato, sua participação no plâncton está diretamente associada a velocidade de corrente, que transporta tais organismos para a coluna de água em ambientes predominantemente lóticos.

Apesar do efeito do represamento, evidenciado pela expressiva participação de rotíferos e cladóceros na composição do zooplâncton, e a marcante redução da contribuição de testáceos, assim como em dezembro de 2009, esses organismos constituíram-se, novamente, no grupo mais especioso, sendo este padrão, certamente, um resultado da manutenção de áreas lóticas no delineamento amostral.

Em fevereiro de 2010, os protozoários testáceos estiveram representados por 6 diferentes famílias, destacando-se, como em toda a fase pré-represamento, os Diffugiidae, Arcellidae e Centropyxidae (Tabela 3), famílias estas registradas como dominantes em diferentes ambientes dulcícolas brasileiros, como lagos, rios e reservatórios (Velho et al., 1999; Vieira et al., 2007, Lansac-Tôha et al., 2007).

Os rotíferos estiveram representados por 13 famílias e corroborando o padrão freqüentemente observado para este grupo (Lansac-Tôha et al., 2004),

EM BRANCO

destacaram-se, mais uma vez, em março de 2010, os Lecanidae e Brachionidae como as famílias mais especiosas (Tabela 8).

Tabela 8. Inventário das espécies e suas respectivas densidades (ind.m⁻³) registradas nas amostras de zooplâncton, em março de 2010, na área de influência do futuro reservatório de Serra do Facão.

		P1	p2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16
TESTÁCEOS																	
Arcellidae	<i>Arcella artocrea</i>					20											
	<i>A. conica</i>					1											
	<i>A. crenulata</i>						40										
	<i>A. dentata</i>						20										
	<i>A. discoides</i>	1				1	60		20					1		1	1
	<i>A. costata</i>	80					20										
	<i>A. nitrata spectabilis</i>		20														
	<i>A. vulgaris</i>					20	40										
Centropyxidae	<i>Centropyxis cf. aerophyla</i>	20									1						
	<i>C. aculeata</i>	60	120			60	140	20	80	40						3	
	<i>C. ecornis</i>	40	40			20		1	40	20							
	<i>C. discoides</i>		20				20			1							
	<i>C. constricta</i>	20	40				1		20								
	<i>C. marsupiformis</i>	1															
	<i>C. platystoma</i>		1									1					
	<i>C. cf spinosa</i>		20				20	10									
Trigonopyxidae	<i>Cyclopyxis kahli</i>					40	1			10							
	<i>C. impressa</i>	20							2			1					
	<i>Trigonopyxis arcuata</i>					1											
Plagiopyxidae	<i>Plagiopyxis sp.</i>					20	1		20								
Diffugiidae	<i>Diffugia capreolata</i>								1								
	<i>D. corona</i>		20														
	<i>D. echinulata</i>							1									
	<i>D. cf. gramen</i>	1			1												
	<i>Diffugia sp.</i>		40						1								
	<i>Pontigulasia compressa</i>		20														
Lesquereusidae	<i>Lesquereusia modesta</i>		20														
	<i>L. spiralis</i>							1									
TOTAL																	
TECAMEBAS		243	361	0	1	183	363	33	185	72	0	1	0	1	0	4	1
ROTÍFEROS																	
Asplanchnidae	<i>Asplanchna sieboldi</i>				80												
Brachionidae	<i>Keratella americana</i>				1									1		2	1
	<i>K. cochlearis</i>				80							160	640	160	160		160
	<i>K. lenzi</i>			1	3						80	160	480	160	160		1
	<i>Plathyas quadricornis</i>		1			80			1		1						
Conochilidae	<i>Conochilus dossuarius</i>			2	480						80	480	4640	160	10240	720	4480
	<i>Dipleuchlanis propatula</i>										1						
Euclhanidae	<i>Euclhanis dilatata</i>	1															
Epiphaniidae	<i>Epiphania sp.</i>					2				10							
Hexarthridae	<i>Hexarthra mira</i>			2240							240						
Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>		1		1	20		1	1	1							
	<i>L. cornuta</i>												1			1	

EM BRANCO



	<i>L. curvicornis</i>	1								1	1							
	<i>L. lunaris</i>					20												
	<i>L. papuana</i>		1															
	<i>L. cf. signifera</i>							10										
	<i>Lecane quadridentata</i>												1					
Notomatidae	<i>Cephalodella</i> sp.											20						
	<i>Notommata</i> sp.	1				1			40	20								
Philodinidae	<i>Bdeloidea</i>	20	20			20	3	1	1	20								
Sinchaetidae	<i>Sinchaeta pectinata</i>				80							80		1	80		160	
	<i>Polyarthra vulgaris</i>								40	1	80					1	240	
Proalidae	<i>Proales</i> sp.					20												
Trichocercidae	<i>Trichocerca cylindrica</i>	20		4320								1840	23040	1		1	320	
Trichotridae	<i>Macrochaetus sericus</i>							20	10									
TOTAL ROTÍFEROS		43	23	6563	725	141	45	22	83	72	2403	23841	5764	561	10563	1123	4962	
CLADÓCEROS																		
Bosminidae	<i>Bosmina hagmanni</i>		1	320	1	20						160	640	160	240	320	320	800
	<i>Bosminopsis deitersi</i>	60				40			20									
Daphnidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>			1760								960	1920	1280	80	640	800	3680
	<i>Daphnia gessneri</i>			800								880	2560	480		1600		
Chydoridae	<i>Alona</i> sp.	3	40				1	10										
	<i>Chydorus eurynotus</i>				3										2			
	<i>Nicsmimovilus fitzpatricki</i>	2	2															
Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i>												1		160	1920	1	
Machrothrycidae	<i>Macrothryx elegans</i>	60	3					10										
Moinidae	<i>Moina minuta</i>		20	1								320			1	640	160	
	<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	20	40	29920	240			10	320			4240	25440	46240	320	7040	240	13920
Sididae																		
TOTAL CLADÓCEROS		145	106	32801	244	60	1	30	340	0	6240	30880	48161	643	9760	3920	18561	
COPÉPODES																		
Cylopidae	<i>Metacyclops mendocinus</i>											80						
	Nauplio de Cyclopoida	120	80	9920	3120	20	40	1	100	30	3440	1760	4480	2000	2560	12320	8160	
	Copepodito de Cyclopoida	40	80	1120	80	1			60	10	160	160	640			320	1440	
Diaptomidae	<i>Notodiaptomus cf ceatensis</i>	2		21440	640				140		880	5920	4000	480	2560	2560	31040	
	Nauplio de Calanoida	40	40	17280	3120		20	10	120		2720	3680	7840	2880	4640	10080	15520	
	Copepodito de Ccalanoida	1160	40	94880	12880	1	20	960	10	3120	23200	49920	8720	43520	29120	104960		
TOTAL COPÉPODES		1362	240	144640	19840	22	60	31	1380	50	10400	34720	66880	14080	53280	54400	161120	

Entre os microcrustáceos, os cladóceros foram bastante especiosos em março, representados por 7 famílias, dentre as quais destacou-se a família Chydoridae como a mais representativa (Tabela 8).

Entre os copépodes, as famílias Cyclopidae, principalmente litorânea, e Diaptomidae, representada em grande parte por espécies planctônicas, estiveram representadas por apenas 1 espécie cada, não sendo registrado, portanto, o predomínio de nenhuma delas (Tabela 8).

EM BRANCO

EM BRANCO



Riqueza de espécies

Os resultados de riqueza de espécies do zooplâncton, obtidos em fevereiro de 2010, para a área de influência da UHE Serra do Facão, foram, em geral, muito semelhantes aos registrados em dezembro de 2009, após o fechamento do reservatório. Assim, os valores de riqueza foram, em geral, bem menores que os registrados na fase rio, variando entre 11 e 23 espécies (Figura 31), com uma riqueza média de 15 espécies para a área de estudo. Estes valores são ligeiramente superiores aos registrados em dezembro de 2009, quando a riqueza média foi de 14 espécies.

A manutenção, nesta fase pós-represamento, de valores de riqueza, em geral, mais baixos que aqueles observados na fase pré-represamento, se devem à redução na ocorrência de espécies não planctônicas, como aquelas de testáceos, determinada, como discutido para a composição, pela redução na velocidade de corrente que, em ambientes predominantemente lóticos, transporta grande quantidade de espécies dos compartimentos litorâneo e bentônico para a coluna de água.

Também em relação à contribuição dos diferentes grupos para a riqueza do zooplâncton, os resultados obtidos em fevereiro foram muito semelhantes aos registrados em dezembro de 2009. Assim, rotíferos e microcrustáceos constituíram-se nos grupos mais especiosos na maioria dos pontos de amostragem, ao contrário do observado na fase pré-represamento, enquanto que os testáceos predominaram apenas nos pontos P1, P2 (a jusante), e P5 e P6 (a montante), no rio São Marcos, nos rios São Domingos e São Bento (Pontos P7 e P8) e no córrego Fundo (Ponto P9) (Figura 31).

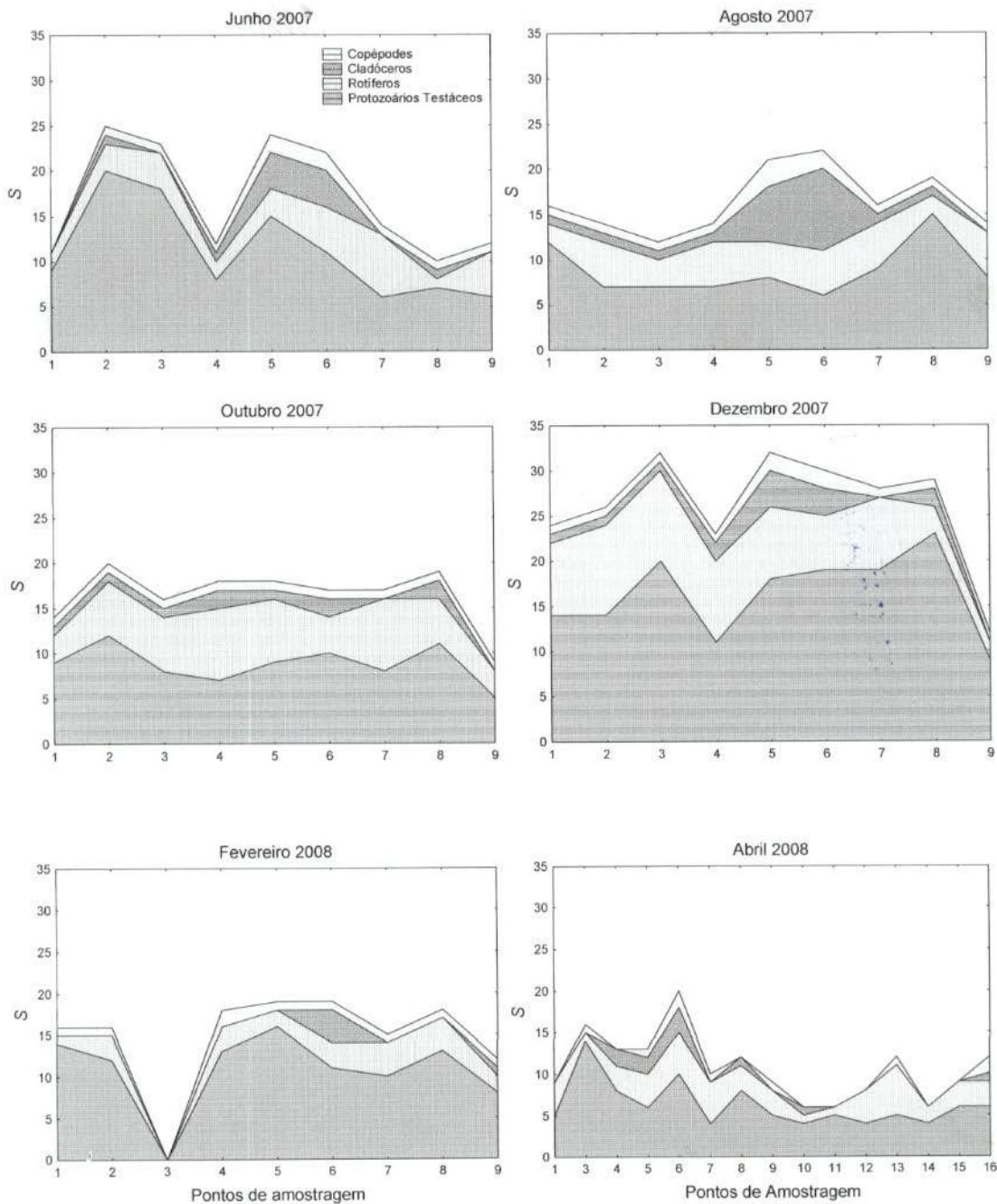
Especialmente, os resultados de riqueza evidenciaram, mais uma vez, valores, em geral, pouco variáveis, especialmente nos tributários. Maiores valores deste atributo foram observados naqueles pontos onde os testáceos foram ainda bem representados, regiões estas caracterizadas, provavelmente, por uma maior influência lótica, e assim com uma maior ocorrência de espécies não planctônicas. Desta forma, uma maior riqueza do zooplâncton foi observada no rio São Marcos, nos pontos P1, P2 (a jusante), e P5 e P6 (a montante), além do rio São Bento (Ponto P8) (Figura 31).

Por outro lado, os menores valores de riqueza em fevereiro de 2010 foram registrados também no rio São Marcos, nas regiões representadas pelos

EM BRANCO

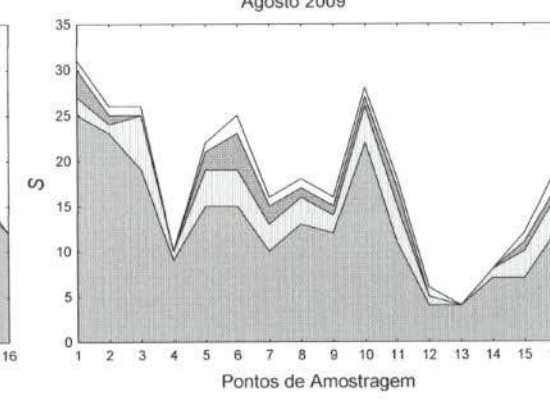
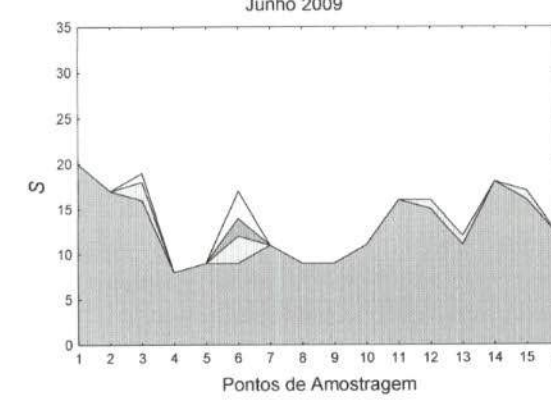
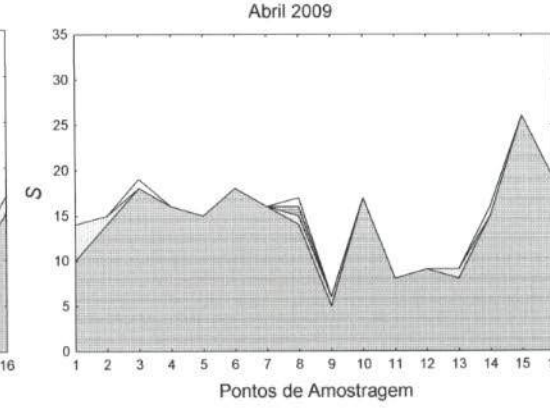
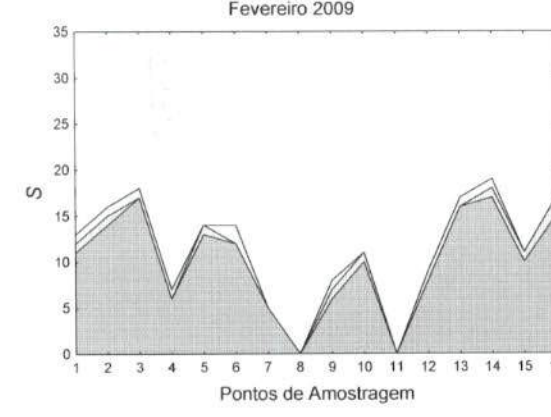
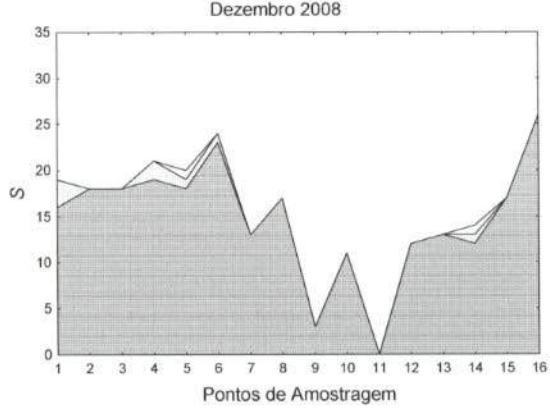
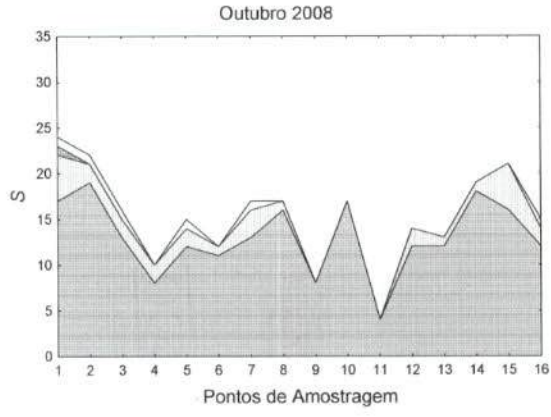
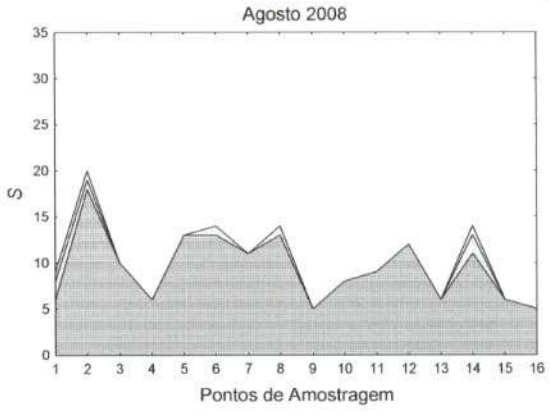
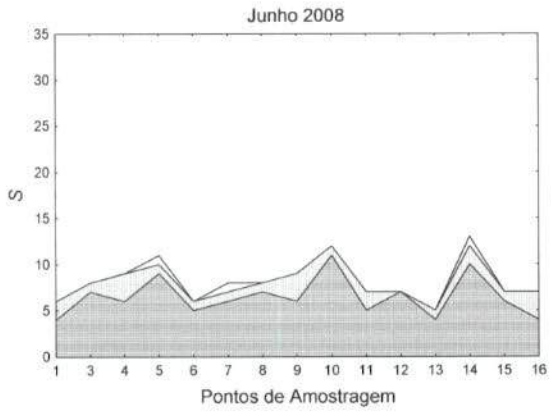


pontos 3 e 4, regiões aparentemente lânticas, tendo em vista a baixa ocorrência de testáceos (Figura 31). Nos demais pontos de amostragem, a maioria deles córregos, a riqueza de espécies foi muito pouco variável (Figura 31).



EM BRANCO





EM BRANCO

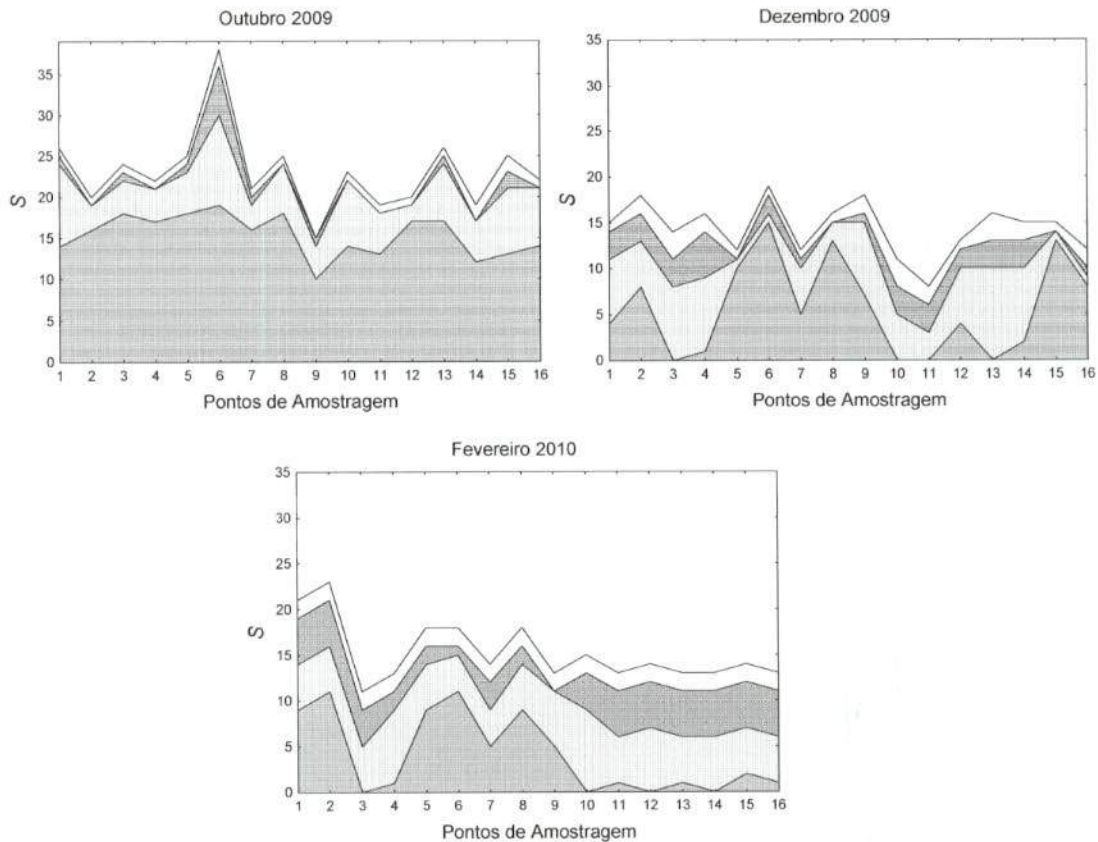


Figura 31. Variação espacial e temporal da riqueza de espécies do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão.

Abundância zooplanctônica

Os resultados de abundância obtidos em fevereiro de 2010 evidenciaram um incremento marcante nos valores de densidade do zooplâncton neste último período de amostragem. Assim, enquanto que em dezembro último a abundância do zooplâncton foi cerca de 2 vezes maior que aquela obtida na fase pré-represamento, em fevereiro de 2010 os valores observados são, em média, mais de 100 vezes maiores que os observados na fase rio.

Nesse sentido, em fevereiro de 2010, os valores de densidade variaram entre 116 e 184.004 indivíduos/m³, com média aproximada de 48.299 indivíduos/m³ para a área em estudo. Em dezembro de 2009 foi observada uma média de cerca de 800 indivíduos/m³ enquanto que na fase rio eram observados valores médios entre 200 e 400 indivíduos/m³.

Conforme sugerido em relatório anterior, em fevereiro de 2010 as densidades do zooplâncton atingiram valores em conformidade com aqueles freqüentemente registrados para ambientes lênticos. Neste sentido, Lansac-

EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
Proc.: 69610
Fl.: 547
Fl.: AA
MMA
Ambiente - MMA

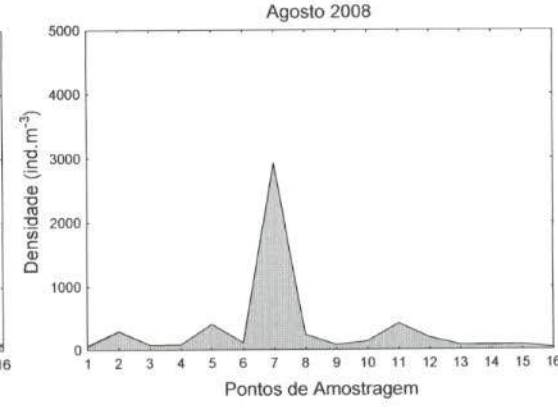
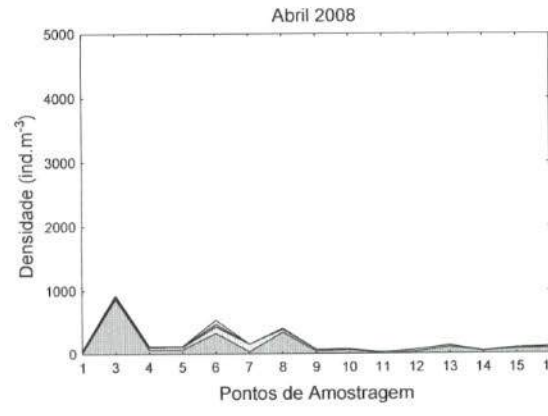
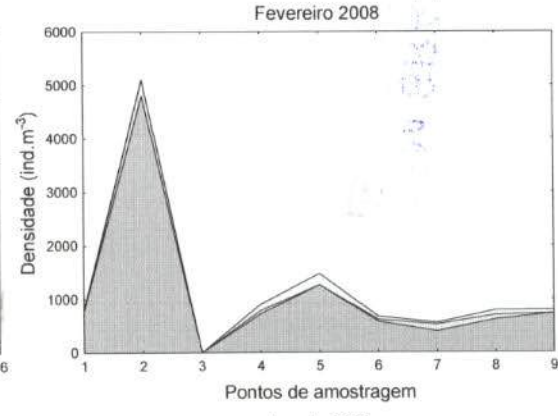
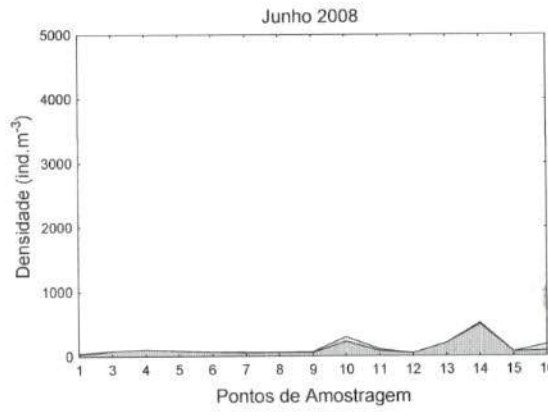
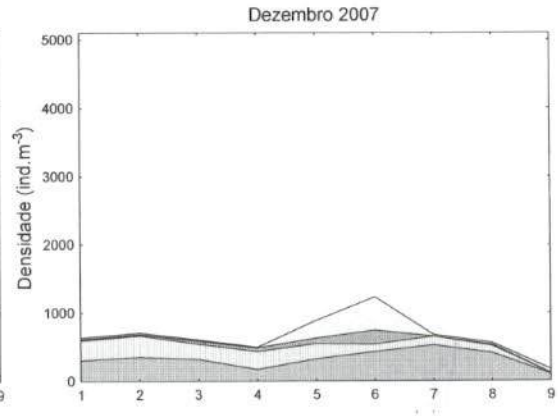
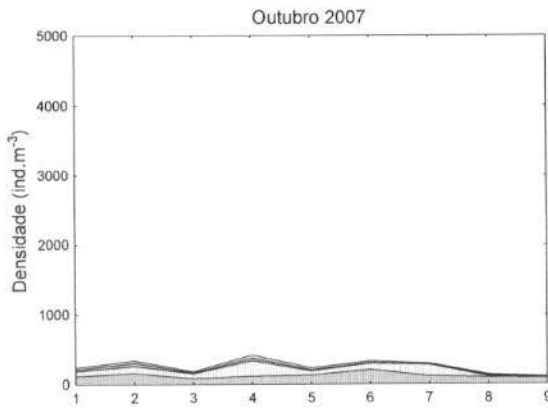
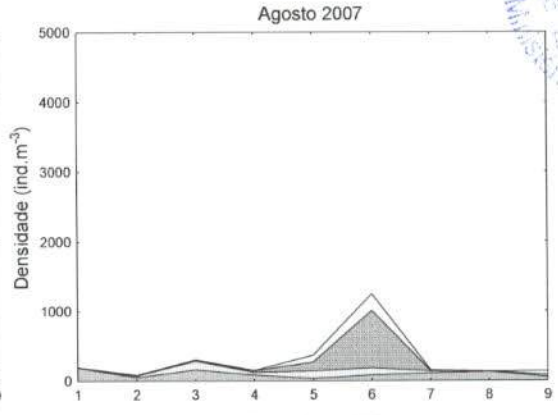
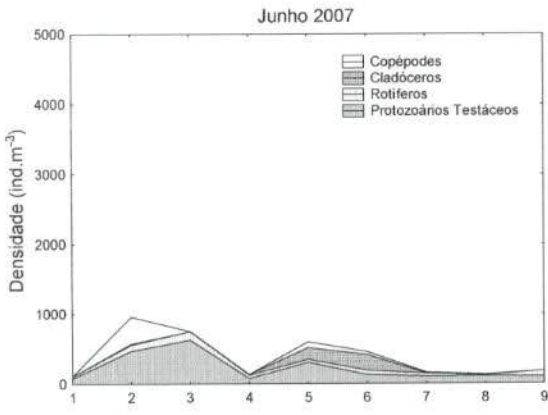
Tôha et. al. (2005), estudando 30 reservatórios paranaenses, registraram valores de densidade do zooplâncton entre cerca de 5000 e 800.000 indivíduos/m³.

Assim como em dezembro de 2009, em determinadas regiões da área de estudo, ainda foram observados valores extremamente baixos de densidade, característicos de áreas lóticicas (Basu e Pick, 1996; Layr e Reyes-Marchant, 1997; Kobayashi et al., 1998). Nestas regiões foi observado se não o predomínio, uma contribuição expressiva de protozoários testáceos, corroborando a idéia de estas serem áreas com alguma influência lóticica, onde o efeito do barramento foi pouco evidenciado. Assim como em dezembro último, estas regiões foram, em geral, as mesmas onde os testáceos predominaram em termos de número de espécies, e em fevereiro de 2010 especialmente em pontos localizados no rio São Marcos (pontos P1, P2, P5 e P6), mas também nos rios São Bento (Ponto P8) São Domingos, e no córrego Fundo (Ponto P9) (Figura 32; Tabela 8).

Da mesma forma, elevados valores de densidade do zooplâncton foram observados também no rio São Marcos, nos pontos localizados imediatamente acima da barragem (Ponto P4 e especialmente o ponto P3).

EM BRANCO

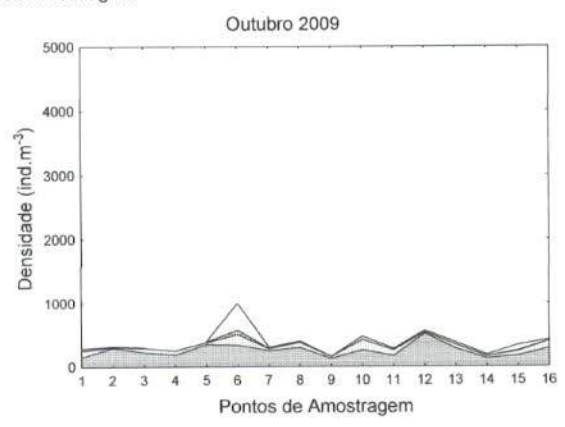
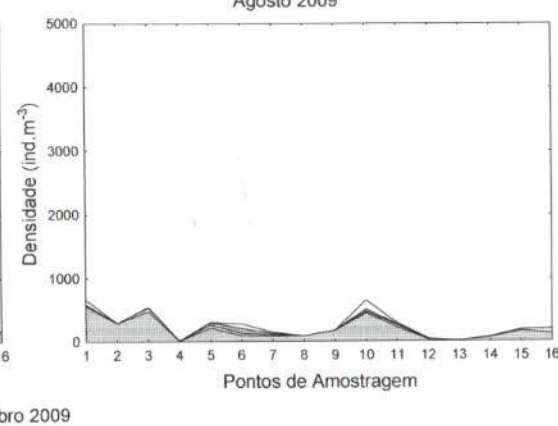
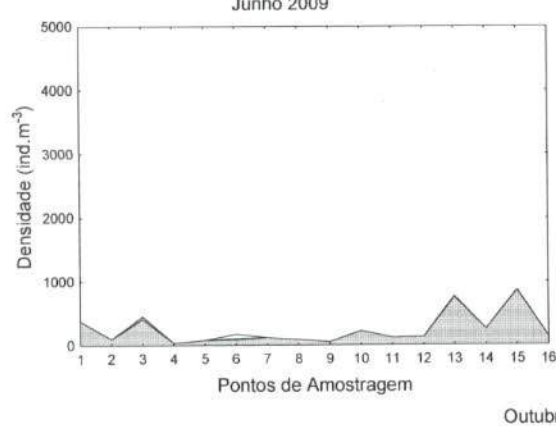
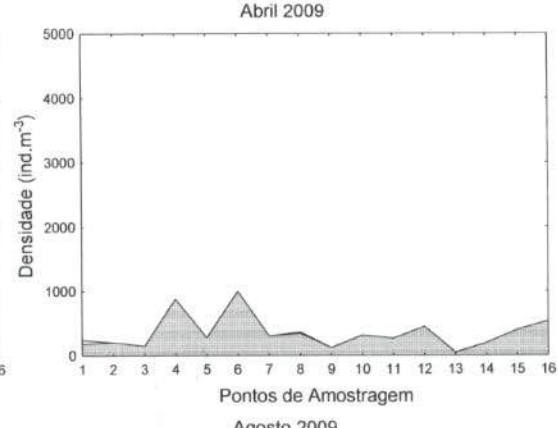
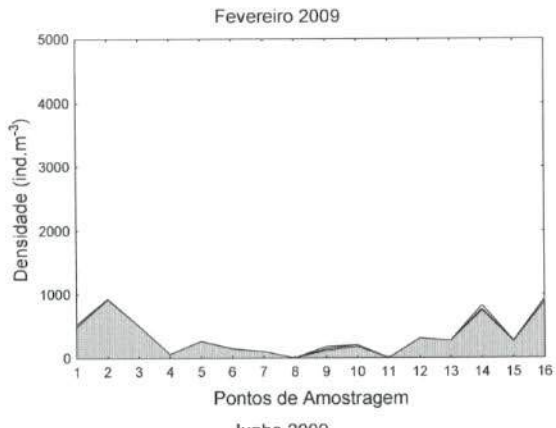
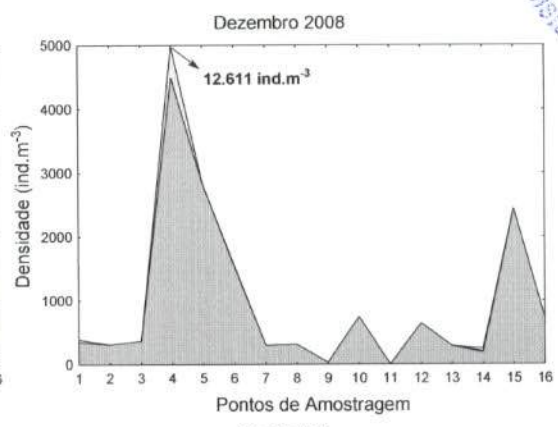
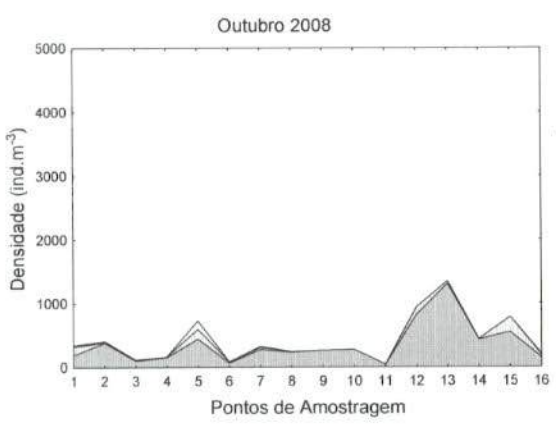
IEAMA/COAD/IGLO
 Proc: 6961
 548
 Ass
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO

EM BRANCO





EM BRANCO



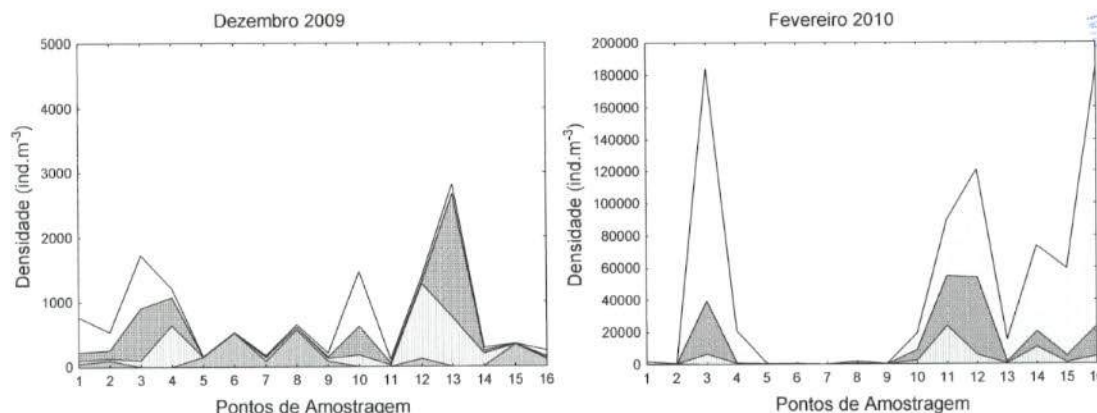


Figura 32. Variação espacial e temporal da abundância do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão (notar diferenças nas escalas).

Além do rio principal, valores bastante elevados de densidade foram observados em alguns tributários, destacando-se, entre eles o ribeirão Pires, e os córregos Buracão, Segredo, Pirapetinga e Barreirinho (Pontos P11, P12, P14, P15 e P16, respectivamente) (Figura 32).

Nestes pontos de amostragem foi registrado, mais uma vez, o predomínio marcante dos grupos tipicamente planctônicos, especialmente de microcrustáceos, evidenciando o efeito marcante do represamento nestas regiões da área de estudo (Figura 32; Tabela 8).

Entre os organismos mais abundantes, destacaram-se em fevereiro os copépodes, e entre eles, principalmente suas formas jovens (náuplios e copepoditos) (Tabela 8). Como já amplamente discutido anteriormente, a dominância de jovens entre os copépodes tem sido registrada como uma regra geral para o zooplâncton e está relacionado à estratégia reprodutiva do grupo, caracterizada pela produção de uma grande quantidade de ovos e larvas (Cabianca & Sendacz, 1985; Lopes et al., 1997; Lansac-Tôha et al., 1999; Serafim Jr, 2002).

Ressalta-se para este último período de amostragem o predomínio de diaptomídeos, em detrimento aos ciclopídeos que dominaram ao longo de todo o monitoramento (também entre os jovens, mas especialmente entre os adultos). Segundo Lansac-Tôha et al. (2005), estudos tem evidenciado uma relação entre o tempo de residência da água e a dominância dos grupos zooplânctônicos, de forma que rotíferos são mais abundantes em reservatórios

EM BRANCO

com reduzido tempo de residência da água, enquanto que microcrustáceos predominam em reservatórios com elevado tempo de residência. Entre os copépodes, diaptomídeos são, em geral, dominantes em áreas com elevado tempo de residência da água.

Entre os cladóceros também predominaram as espécies de maior porte de Dafnídeos, como *Ceriodaphnia cornuta* e *Daphnia gessneri*, e especialmente de Sididae (*Diaphanosoma spinulosum*), abundantes especialmente no rio São Marcos (ponto P3), ribeirão Pires e córrego Buracão (pontos P11 e P12) (Tabela 8).

Entre os testáceos destacaram-se, mais uma vez, as espécies *Centropyxis aculeata*, e *C. ecornis* (Tabela 8). Entre os rotíferos, *Conochilus dossuarius* e *Trichocerca cilíndrica* foram as espécies mais abundantes, representando cerca de 90% da abundância desse grupo (Tabela 8).

Diversidade e Equitabilidade

Em fevereiro de 2010, os resultados de índice de diversidade seguiram, em geral, aqueles obtidos para a riqueza de espécies, com maiores valores em alguns pontos do rio São Marcos (P1, P2, P5 e P6), bem como nos rios São Bento e São Domingos e no córrego Fundo (Pontos P7, P8 e P9), onde também foram registrados, em geral, os maiores valores de equitabilidade (Figura 33).

Por outro lado, menores valores deste índice foram verificados no rio São Marcos imediatamente acima da barragem (P3 e P4), no ribeirão Pires (P11) e especialmente no córrego Buracão (P12), além dos córregos Segredo e Barreirinho (pontos P14 e P16), pontos caracterizados, em geral, por baixos valores de riqueza, e principalmente pelos menores valores de equitabilidade (Figura 33).

EM BRANCO

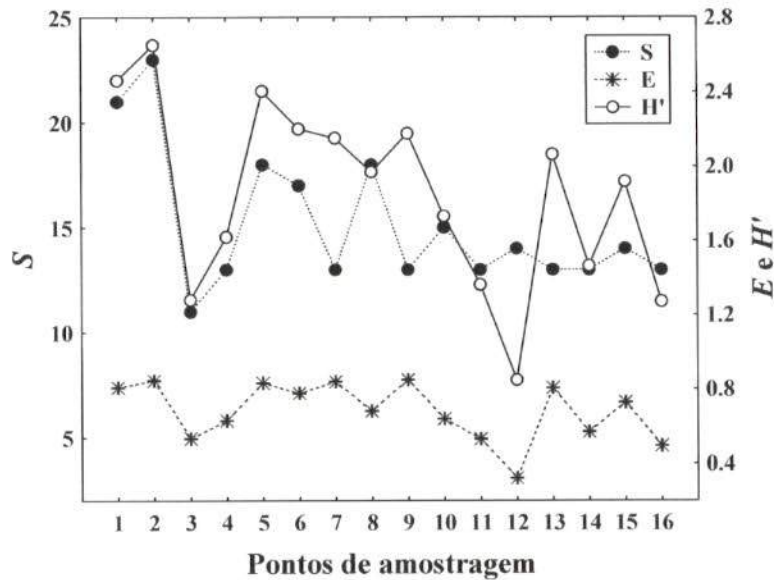


Figura 33. Variação espacial da riqueza de espécies (S), Equitabilidade (E) e Índice de diversidade (H') do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem da área de influência do reservatório de Serra do Facão, em fevereiro de 2010.

5.6.3. Zoobentos

A comunidade bentônica registrada em fevereiro de 2010, fase de enchimento do reservatório de Serra do Facão, revelou a presença de 7 táxons, apresentando uma redução de 5 táxons em relação à amostragem realizada em dezembro de 2009 (Tabela 9). Em alguns locais do reservatório, foi observada uma pequena redução da riqueza taxonômica, e em outros, a riqueza manteve-se a mesma, baixa (Figura 34). Por outro lado, a abundância total apresentou grande aumento em alguns locais em relação à amostragem realizada em dezembro, início do enchimento. É importante mencionar que além do enchimento, as chuvas ainda apresentavam grande intensidade em fevereiro. Reservatórios em geral apresentam uma baixa diversidade de fauna bentônica quando comparados com lagos naturais.

O ponto 8 apresentou a maior riqueza taxonômica, 4 táxons, sendo esta extremamente baixa (Figura 34). Todos os locais apresentaram apenas táxons tolerantes à alterações ambientais, como nas amostragens anteriores. Apesar de não haver alteração dos valores de riqueza na maioria dos locais amostrados, foi observado um grande aumento da abundância total em alguns pontos localizados no reservatório (pontos 4 e 14), devido alta densidade de

EM BRANCO

Chironomidae (Figura 35). Nesses locais foi registrada alta quantidade de matéria orgânica.

Ao longo do processo de enchimento de um reservatório ocorre a inundação de áreas adjacentes, o aumento da profundidade, a redução da correnteza e mudanças das características físico-químicas da água. A alteração do tipo de substrato (acúmulo de matéria orgânica e areia) aliada às mudanças físicas e químicas decorrentes do enchimento provocam alterações no ecossistema aquático (Tundisi et al., 1999). Apesar do registro de táxons mais resistentes às alterações abientais na maioria dos locais amostrados, foi observada uma grande redução da riqueza taxonômica em alguns pontos, desde o início do enchimento do reservatório (Figura 34).

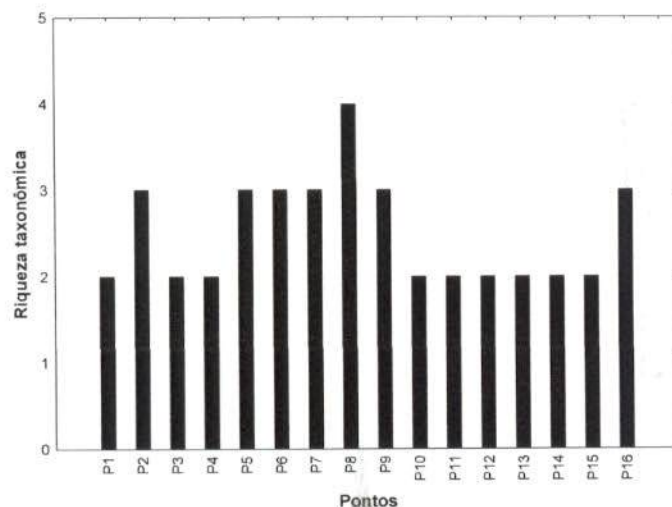


Figura 34. Riqueza taxonômica dos pontos amostrados fevereiro de 2010 (fase enchimento).

Em fevereiro de 2010 foi observado aumento da abundância total em alguns locais do reservatório (pontos 4, 10, 11, 13, 14, 15 e 16; Figura 35). O aumento da densidade de Chironomidae e Oligochaeta em alguns pontos reflete às mudanças na qualidade da água, decorrente do enchimento do reservatório e do escoamento do ambiente terrestre para o aquático (Figura 35).

Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores densidades, assim como durante o monitoramento realizado entre julho de 2007 e dezembro de 2009. O grupo Oligochaeta é extremamente tolerante a poluição orgânica. São capazes de viver em condição de anóxia por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica

EM BRANCO

IBRAC/GO
 696/10
 554
 20
 Meio Ambiente - MMA

depositada no sedimento, o que favorece a sua adaptação aos mais diversos ambientes. Chironomidae é reconhecida na literatura como a família mais abundante em ambientes lóticos e lênticos (Cranston e Pinder, 1995). Silva et al. (2009) estudando a distribuição da comunidade de invertebrados bentônicos no reservatório do rio Batalha (Bauru – SP) evidenciou o aumento da abundância de Chironomidae e Oligochaeta em até 20 vezes após o enchimento, devido ao incremento de matéria orgânica ocorrido com a inundação.

Em fevereiro de 2010, assim como em dezembro de 2009 foi evidenciado um considerável aumento de matéria orgânica nas amostras, sendo este substrato instável à maioria dos táxons da comunidade bentônica que vive em ambientes lóticos. O próprio tipo de substrato interfere na fauna bêmica, pois esta dele depende essencialmente como fonte de alimento sob a forma de substâncias autóctones ou alóctones ricas em energia (Lellak, 1966). Em ambientes lênticos, a alta quantidade de matéria orgânica em decomposição provoca diminuição do pH e do oxigênio dissolvido, o aumento da temperatura da água, favorecendo a presença apenas dos táxons mais resistentes da comunidade bentônica (Rocha, 1999).

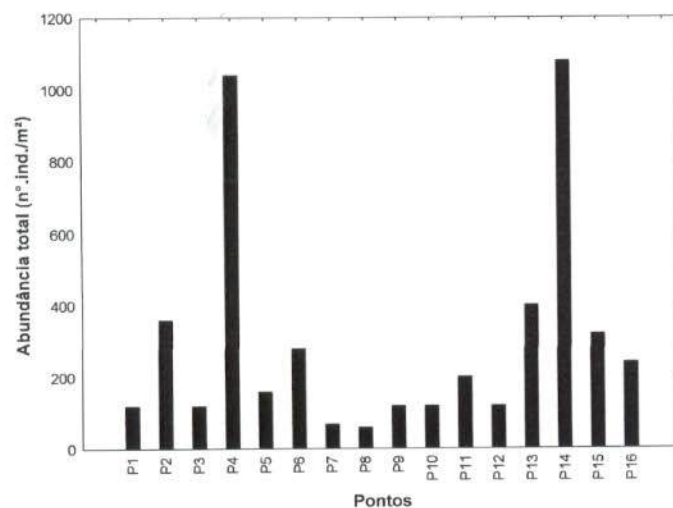


Figura 35. Abundância total dos pontos amostrados fevereiro de 2010 (Fase enchimento).

O aumento da concentração de matéria orgânica, as mudanças da natureza do substrato e as alterações hidrológicas são citados entre as principais características que permitem o aumento da densidade de

EM BRANCO

IBAMA/COAD/GOIÁS
 696/10
 P. 555
 A
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

Chironomidae e Oligochaeta (Silva et al., 2009). É importante reafirmar que os Chironomidae e Oligochaeta foram os táxons mais abundantes e mais freqüentes durante o estudo realizado no rio São Marcos e seus afluentes entre 2007 e 2009, fase rio. Esses resultados foram verificados provavelmente devido ao tipo de substrato, formado por areia e matéria orgânica na maioria dos locais monitorados.

Tabela 9. Comunidade de invertebrados bentônicos, identificada em fevereiro de 2010.

Táxons/Pontos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Trichoptera																
<i>Nectopsyche</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera																
Chironomidae	40	200	80	1000	80	120	30	20	40	40	120	80	280	1000	80	80
Coleoptera																
Elmidae	0	0	0	0	0	120	20	10	40	0	0	0	0	0	0	0
Annelida																
Oligochaeta	80	120	40	40	40	40	20	20	40	80	80	40	120	80	240	0
Hirudinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
Nematoda	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Nemertea																
Nemertine	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abundância total	120	360	120	1040	160	280	70	60	120	120	200	120	400	1080	320	240
Riqueza taxonômica																
	2	3	2	2	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2	3

Assim como em todos os meses organizados, em fevereiro de 2010 (fase de enchimento do reservatório), os táxons Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores abundâncias médias e freqüências taxonômicas (Figuras 36 e 37).

EM BRANCO



IBAMA/COAD/0
 696/00
 556
 AA
 Ambiente - MMA

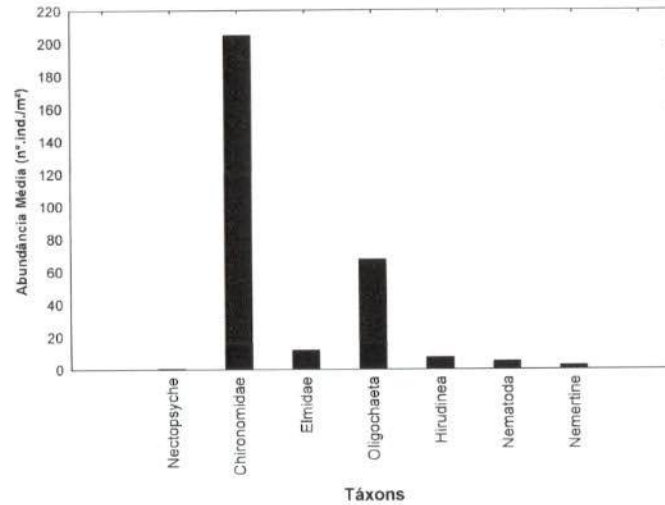


Figura 36. Abundância média dos táxons amostrados em fevereiro de 2010 (Fase enchimento).

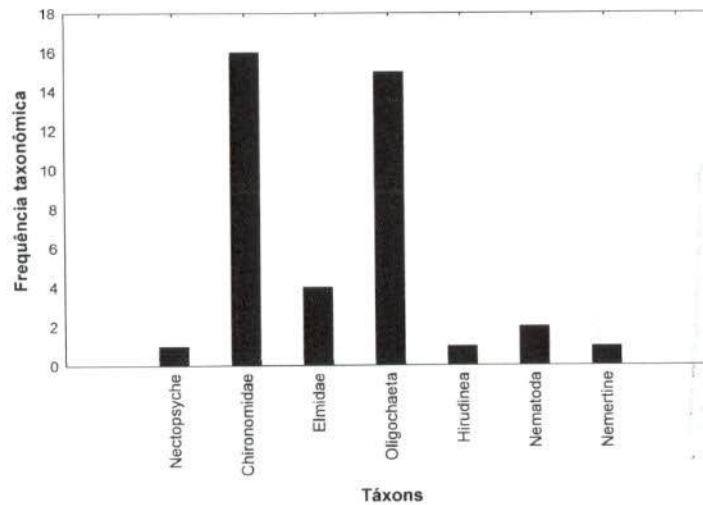


Figura 37. Frequência dos táxons amostrados em fevereiro de 2010 (Fase enchimento).

5.6.4. Macrófitas aquáticas

A despeito da importância ecológica (Esteves, 1998), as macrófitas aquáticas são consideradas “daninhas” ou “infestantes” quando as densidades populacionais excedem um determinado limite, interferindo nos usos múltiplos dos recursos hídricos. Dentre os principais problemas causados pelo crescimento excessivo das macrófitas aquáticas, pode-se destacar o impedimento do fluxo da água, obstrução de áreas de lazer ou rotas de navegação, desoxigenação da água durante períodos de decomposição,

EM BRANCO

aumento das concentrações de nutrientes (redução geral da qualidade da água), entupimento de turbinas de empreendimentos hidrelétricos, diminuindo assim a produção de energia elétrica, redução da biodiversidade e problemas de saúde pública, como a criação de áreas propícias para o desenvolvimento de vetores de doenças (Pieterse e Murphy, 1990).

Assim como destacado durante todo o período monitorado, não foi observada a presença dessas plantas durante o período de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, em fevereiro de 2010.

6. Considerações finais

Em dezembro de 2009 teve início o período de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Até o período de coleta, entre os dias 24 e 26 de fevereiro de 2010, a cota do reservatório havia alcançado o nível de 732,24 m (N.A. a montante) (Figura 24).

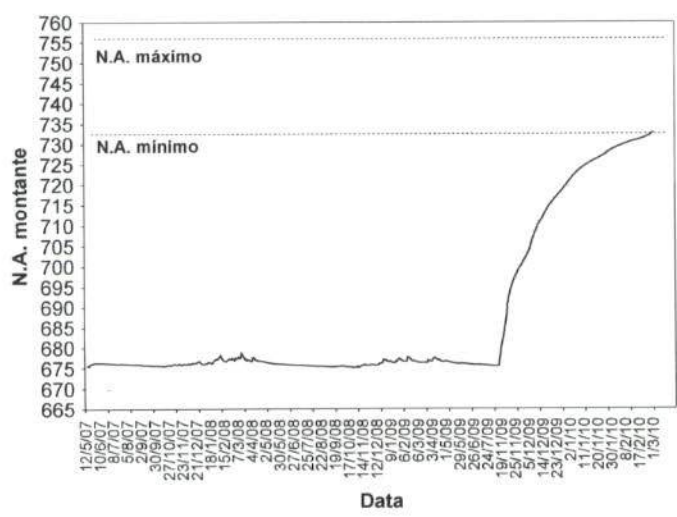


Figura 24. Nível do reservatório da UHE Serra do Facão entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010 (terceiro mês de enchimento do reservatório).

De maneira geral, durante esse período não foi observada alterações significativas nas características limnológicas do trecho monitorado, com exceção somente das concentrações de oxigênio dissolvido. Em média, as menores concentrações desse gás foram mensuradas em dezembro de 2009, janeiro de 2010 e fevereiro. Esse resultado é consequência do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, tendo em vista o aumento nas taxas de decomposição da matéria orgânica inundada, resultando em menores

EM BRANCO

696/10
558
RQ
IDAMACOAD/GO
Ambiente - MMA

concentrações de oxigênio dissolvido. Provavelmente, as concentrações de oxigênio dissolvido irão aumentar e se estabilizar após o enchimento do reservatório.

Pode-se observar que os parâmetros limnológicos mensurados em fevereiro de 2010 apresentaram valores similares àqueles obtidos no mês de janeiro. A variável que foi significativamente afetada pelo enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão foi o oxigênio dissolvido.

Considerando os valores de IQA, em fevereiro, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de IQA indicando "Boa qualidade das águas", assim como observado em dezembro de 2009 e janeiro de 2010. Em média, houve um acréscimo nos valores de IQA nesse mês. Também houve um acréscimo nos valores de IVA no mês de fevereiro, indicando uma condição "ótima" para a proteção da vida aquática na maior parte dos pontos monitorados. Os menores valores do IVA se devem, principalmente, às baixas concentrações de oxigênio dissolvido no trecho monitorado.

Pressupondo que as águas do sistema monitorado são enquadradas na Classe 2 da Resolução nº 357 de março de 2005 do CONAMA, grande parte do trecho monitorado, em fevereiro de 2010, no reservatório da UHE Serra do Facão, apresentaram resultados compatíveis com os limites preconizados pela referida resolução. As seguintes transgressões foram observadas:

- concentração de oxigênio dissolvido inferior a 5,0 mg/L nos pontos 12 (ribeirão Buracão), 15 (ribeirão Pirapetinga) e 16 (rio São Marcos);
- concentração de fósforo total superior a 0,05 mg/L no ponto 9 (córrego Fundo);
- concentração de clorofila-a superior a 30 µg/L no ponto 1;
- densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml no ponto 12 (ribeirão Buracão).

De maneira geral, entre julho de 2007 e fevereiro de 2010, foi possível observar que todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), sulfato, cloreto, nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal inferiores aos limites estabelecidos pela referida resolução.

A comunidade fitoplanctônica amostrada na área de influência da UHE Serra do Facão, no mês de fevereiro de 2010, foi representada por alta diversidade, sendo registrados 138 táxons, distribuídos entre 11 grupos

FIMPRANCO

IBAMA/COAD/GO
Proc. 696/10
559
AA
Ambio - MMA

taxonômicos. Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae foram os principais grupos, e representaram 30%, 24% e 20% da composição fitoplanctônica.

Foram registrados baixos valores de riqueza de espécies nas amostras do rio São Marcos, com média de 7 táxons por amostra e variação de 2 no ponto 2 a 15 no ponto 1. Nos demais pontos, a riqueza de espécies variou de 6 táxons no ponto 10, situado no córrego São João da Cruz a 29 táxons no ponto 7, situado no rio São Domingos.

Os valores de densidade e biomassa fitoplanctônica foram baixos e caracterizaram condições oligotróficas (biovolume $< 2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) em todos os pontos monitorados em fevereiro de 2010, de acordo com os critérios de Vollenweider (1968). As clorofíceas, bacilariofíceas, zygnefáceas e criptofíceas apresentaram maior contribuição à densidade e biomassa. As clorofíceas e bacilariofíceas são geralmente selecionadas pelo investimento no crescimento rápido e foram representadas principalmente por espécies de pequeno tamanho celular.

A instabilidade ambiental em decorrência do enchimento do reservatório pode impedir a dominância de espécies de elevado tamanho, com baixa taxa de crescimento e que não conseguem superar as perdas advectivas, e provavelmente favoreceram algas oportunistas como as criptofíceas, as quais apresentaram um incremento em densidade e biomassa na maioria dos pontos, em dezembro de 2009.

As cianobactérias apresentaram baixa contribuição à densidade e biomassa nestes dois primeiros meses correspondentes ao enchimento do reservatório, assim como verificado durante toda a fase rio. Foram registrados valores de biovolume de cianobactérias inferiores a $5 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ na maioria dos pontos, cujo valor é o limite estabelecido para a classe 2 pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, e permite que as águas dos pontos monitorados sejam destinadas aos usos previstos para águas desta classe.

As análises da composição, riqueza de espécies e abundância da comunidade zooplanctônica, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, em fevereiro de 2010, evidenciaram padrões semelhantes aos obtidos na primeira amostragem da fase pós-represa (dezembro de 2009), ou seja, um reduzido número de espécies, menor riqueza e incremento

EM BRANCO

da abundância do zooplâncton, marcadamente influenciada pelo barramento nesta segunda amostragem da fase pós-represamento.

Em geral, maiores valores de riqueza de espécies foram registrados nas áreas com maior influência lótica, caracterizadas pelo predomínio de protozoários testáceos, onde também foram registrados os menores valores de abundância, e os maiores valores de equitabilidade e índice de diversidade. Por outro lado, nas áreas mais impactadas pelo barramento, ou seja, aquelas que após o barramento, sofreram, provavelmente, maior redução na velocidade de corrente, observaram-se o predomínio de grupos tipicamente planctônicos, como rotíferos e microcrustáceos, os menores valores de equitabilidade, riqueza de espécies e índice de diversidade, e os maiores valores de abundância do zooplâncton.

Ainda em relação à abundância do zooplâncton, os valores observados em fevereiro foram extremamente elevados, cerca de 50 vezes maiores que os observados em dezembro de 2009, e mais de 100 vezes maiores que os observados, em geral, na fase pré-represamento. Esses resultados estão em conformidade com aqueles registrados em ambientes lênticos como lagos, rios e reservatórios.

Ressalta-se, por fim, o amplo predomínio de microcrustáceos, especialmente copépodes, em termos de abundância. Entre estes organismos, destaca-se a maior abundância de espécies de grande porte como os Daphnidae e Sididae, entre os cladóceros, e de Diptomidae, entre os copépodes. Tal padrão de dominância, caracteriza, em geral, ambientes com elevado tempo de residência da água.

A comunidade bentônica verificada em fevereiro de 2010, durante o enchimento do reservatório da Usina de Serra do Facão demonstrou que está formada por uma fauna bentônica oportunista, constituída principalmente por organismos pertencentes à família Chironomidae e a subclasse Oligochaeta. Resultados semelhantes foram encontrados por Morgan et al. (2006).

Em alguns locais situados no reservatório, foi observado o aumento da abundância total, devido aumento da densidade de Chironomidae. A riqueza permaneceu-se baixa em todos os locais amostrados, como observado em dezembro de 2009. É importante um maior acúmulo de dados para verificar as

EM BRANCO

mudanças decorrentes do enchimento do reservatório na comunidade bentônica.



7. Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: Byrd Prepress Springfield.
- BASU, B.K., PICK, F.R., 1996. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate river. *Journal of Plankton Research*, v. 19, p. 237-253.
- BICUDO, C. E. M., MENEZES, M., 2006. *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. São Carlos: RIMA.
- CABIANCA, M.A.A., SENDACZ, S., 1985. Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba, SP). II-Zooplâncton. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.12, n. 3, p. 86-95.
- CHÉTELAT, J. et al., 2006. Potamoplankton size structure and taxonomic composition: Influence of river size and nutrient concentrations. *Limnology Oceanography*, v. 51, n. 1, part 2, p. 681-689.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº 357*, de março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.
- COOK, C.D.K., 1990. Origin, autoecology, and spread of some of the world's most troublesome aquatic weeds. In: Pieterse, A.H., Murphy, K.J. (eds). *Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation*. Oxford, Oxford Science Publications. p. 31-38.
- CRANSTON, P.S., PINDER, L.C.V., 1995. *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall p.436-447
- DEVERCELLI, M., 2010. Changes in phytoplankton morpho-functional groups induced by extreme hydroclimatic events in the Middle Paraná River (Argentina). *Hydrobiologia* v. 639, p. 5-19.
- EDLER, L., 1979. *Recomendations for marine biological studies in the Baltic Sea, phytoplankton and chlorophyll*. [Paris]: Unesco, 38 p. (UNESCO, Working Group, 11, Baltic Marine Biologists).
- EDMUNDS Jr., G.F., JENSEN, S.L., BERNER, L., 1979. *The Mayflies of North and Central America*. University of Minnesota Press. 330p.
- ELMOOR-LOUREIRO, M. A. L., 1997. *Manual de Identificação de cladóceros límnicos do Brasil*. Brasília: Universa.
- ESTEVES, F. A., 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência.
- FERNÁNDEZ, H. R., DOMINGUEZ (eds.), 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán, 282p.
- FERRAREZE, M., NOGUEIRA, M. G., 2006. Phytoplankton assemblages and limnological characteristics in lotic systems of the Paranapanema Basin (Southeast Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* v. 18, n. 4, p. 389-405.
- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M., 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific. 214p. (IBP Handbook, no. 8).
- HAPPEY-WOOD, C.M., 1988. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: Sandgren, C. D. (Ed.) *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press., p. 175-226.
- KALFF, J., 2002. *Limnology*. New Jersey: Prentice Hall.
- KOBAYASHI, T.R.J. et al., 1998. Freshwater zooplankton in the Hawkesbury-Nepean River: comparison of community structure with other rivers. *Hydrobiologia*, v. 377, p. 133-145.
- LANSAC-TOHA, F.A. et al., 1999. Estrutura da comunidade zooplancônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: HENRY, R (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio/Fapesp. cap. 12, p. 347-74.
- LANSAC-TOHA, F.A. et al., 2004. Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: Agostinho, A. A. et al. (Org.). *Structure and Function of the Paraná River and its floodplain*. Eduem, Maringá: p. 75-84.

EM BRANCO



- LANSAC-TOHA, F.A., *et al.*, 2005. Estrutura da comunidade zooplânctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L., *et al.* (eds). *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA, p. 115-128.
- LANSAC-TOHA, F.A. *et al.*, 2007. Species richness and geographic distribution of testate amoebae (Rhizopoda) in Brazilian freshwater environments. *Acta Scientiarum*, v. 29, p. 63-74.
- LAYR, N., REYES-MARCHANT, P., 1997. The potamoplankton of the middle Loire and the role of moving littoral in downstream transfer of algae and rotifers. *Hydrobiologia*, v. 356, p. 33-52.
- LOPES, R.M. *et al.*, 1997. Comunidade zooplânctônica do Reservatório de Segredo. in: Agostinho, A.A.; Gomes L.C. (ed.). *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem. Cap. 3, p. 39-60.
- LORENZI, H., 2000. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 3 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa (SP), 608 p.
- MACKERETH, F.Y.H., HERON, J.G., TALLING, J.J. 1978. *Water analysis some revised methods for limnologist*. Ambleside: Freshwater Biological Association. 120p. (Freshwater Biological Association. Scientific Publication, v. 36).
- MAGURRAN, A. E. 1988 *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton Univ. Press, New Jersey, 179p.
- MERRIT, R. W., CUMMINS, K. W. (eds.), 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3ª ed. Kendall/Hunt Pub. 862p.
- MORGAN, C. L. F., OLIVEIRA, A. CALLISTO, M., 2006. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 2006, 1(1):17-23.
- MURAKAMI, E. A. *et al.*, 2009. Periphytic algae of the Garças Lake, Upper Paraná River floodplain: comparing the years 1994 and 2004. *Brazil. Jour. of Biol.* v. 69, (2, suppl.), p. 459-468.
- PECKARSKY, B. L., FRAISSINET, P. R., PENTON, M. A., CONKLIN Jr., D. J., 1990. *Freshwater macroinvertebrates o Northeastern North America*. Cornell Univ. Press. 442p.
- PIETERSE, A.H., MURPHY, K.J., 1990. *Aquatic weeds*. The ecology and management of nuisance aquatic vegetation. Oxford Science Publication: Oxford. 593p.
- POTT, V.J., POTT, A., 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Embrapa, Brasília.
- REID, J.W., 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool.* 9: 17-143.
- REYNOLDS, C. S., 1995. River Plankton: The Paradigm Regained. In: Harper, D. M.; Ferguson, A. J. D. (eds). *The ecological basis for river management*. pp:161-180. John Willet & Sons publishers.
- REYNOLDS, C. S., 2000. Hydroecology of river plankton: o role of variability in channel flow. *Hydrological Processes* 14: 3119-3132.
- REYNOLDS, C. S., 2006. *The Ecology of Phytoplankton*. University Press, Cambridge.
- REYNOLDS, C. S., DESCY, J. P., 1996. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, v. 113, p. 161-187.
- REYNOLDS, C. S. *et al.*, 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plank. Res.*, v. 24, p. 417-428.
- ROCHA, S. M., 1999. *Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores de Poluição na Represa do Guarapiranga - SP. São Paulo*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública – USP.
- RODRIGUES, L. C. *et al.*, 2009. Interannual variability of phytoplankton in the main rivers of the Upper Paraná River floodplain, Brazil: influence of upstream reservoirs. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69(2, Suppl.). p. 501-516.
- SALMASO, N., ZIGNIN, A., 2010. At the extreme of physical gradients: phytoplankton in highly flushed, large rivers. *Hydrobiologia*, v. 639, n. 1, p. 21-36.
- SEGERS, H., 1995. *Rotifera*. The Hague, The Netherlands: SPC Academics, v. 2: The Lecanidae (Monogononta). (Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world; v.6), 42 p.
- SERAFIM-JUNIOR, M., 2002. *Efeitos do represamento em um trecho do rio Iguazu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplânctônica*. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA F.L., TALAMONI, J.L.B., BOCHINI, G.L., RUIZ, S.S., MOREIRA, D.C., 2009. Macroinvertebrados aquáticos no reservatório do rio Batalha, para captação das águas para

EM BRANCO



- abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água - An interdisciplinary journal of applied science*: v. 4, n°. 2.
- SILVA, C. A. et al., 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 23, p. 283-290.
- SUN, J., LIU, D., 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25 (2): 1331-1346.
- UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. int. Verein. Limnol.* 9: 1-38.
- VELHO, L.F.M. et al., 1996. Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. I. Families Arcellidae and Centropyxidae. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 31: 35-50.
- VELHO, L. F. M. et al., 1999. Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton on the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 411, p.103-113.
- VELHO, L.F.M., LANSAC-TÔHA, F.A., 1996. Testate amoebae (Rhizopodea, Sarcodina) from zooplankton of the High Paraná River floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Families Diffflugidae. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, 31: 179-192.
- VIEIRA, L.C.G. et al., 2007. Influence of spatial complexity on the abundance and diversity of periphytic rotifers, microcrustaceans and testate amoebae. *Archiv für Hydrobiologie*, v.170, p. 77-85.
- VOLLENWEIDER, R. A. 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Paris. Tech. Report n°.DAS/CSI/68.27, p. 159.
- VUCETICH, M.C., 1973. Estudio de tecamebianos argentinos, en especial los del dominio pamposico. *Rev. Mus. la Plata, sér. Zool.* 11(108): 287-332.
- WETZEL, R.G., LIKENS, G.E., 2000. *Limnological analysis*. 2 ed. New York: Spring-Verlag.
- WIGGINS, G. B., 1977. *Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera)*. University of Toronto Press, 393p.

EM BRANCO

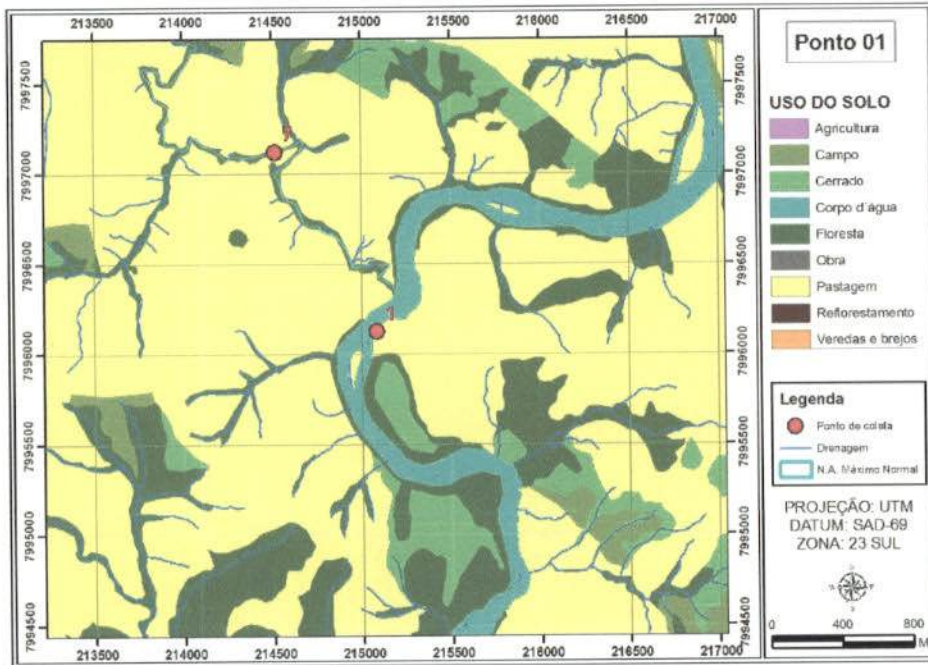
~~IBAMA/COAD/GO.
Proc.: 564
Fis.:
Rub.:
Ministerio do Meio Ambiente - MMA~~

IBAMA/COAD/GO.
Proc.: 69410
Fis.: 564
Rub.:
Ministerio do Meio Ambiente - MMA

ANEXO I

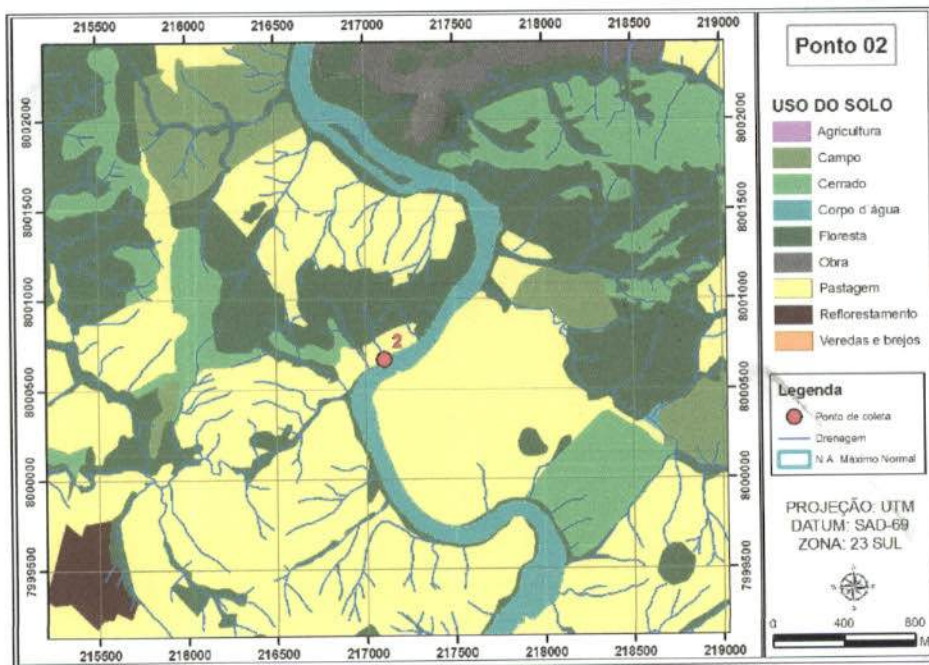
Uso do Solo no Entorno do Trecho Monitorado do AHE Serra do Facão

EM BRANCO



~~IBAMA/CODIGO~~
556
Ministério do Meio Ambiente - MMA

IBAMA/CODIGO
6926/10
556/10
26

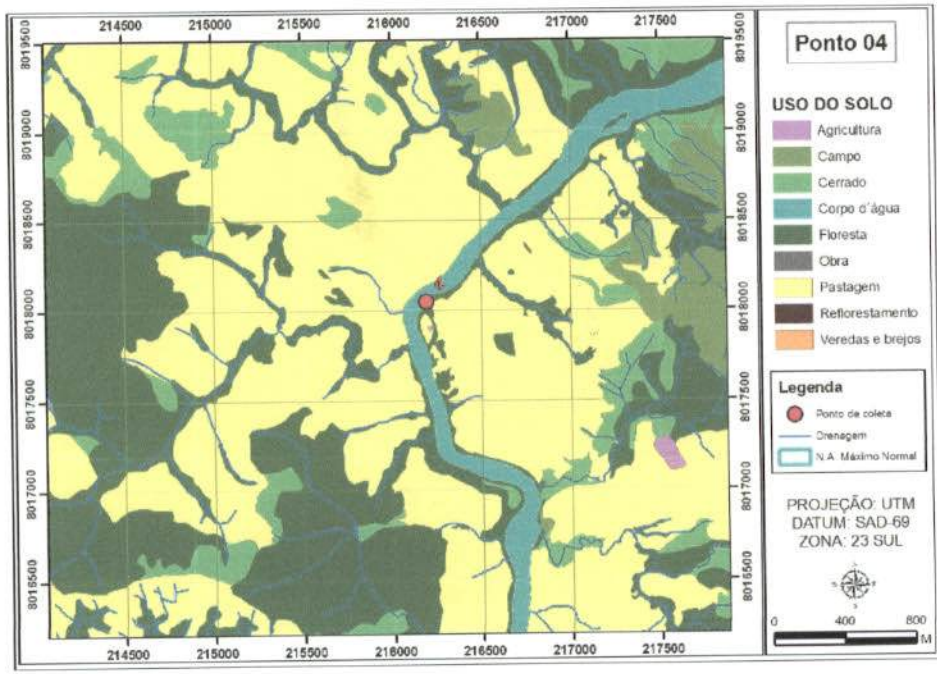
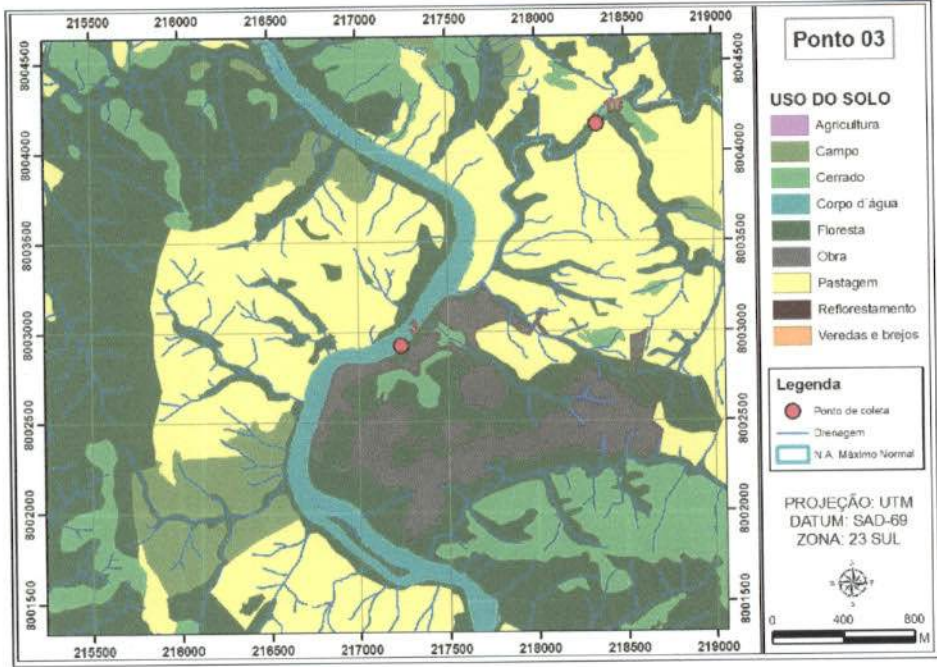




EM BRANCO



IBAMA/COORD/GO
 60610
 566
 MMA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

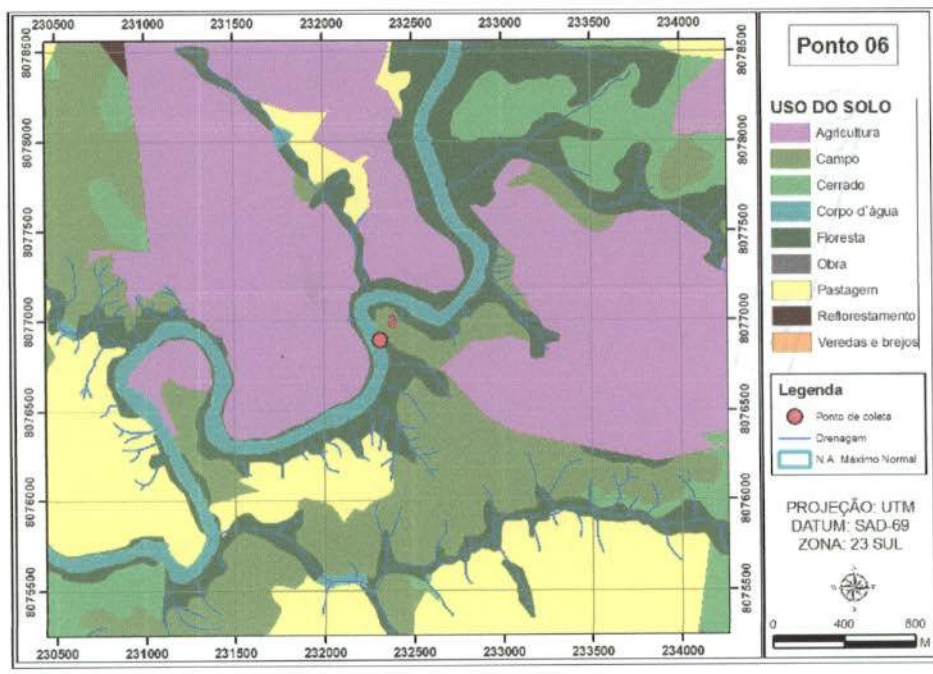
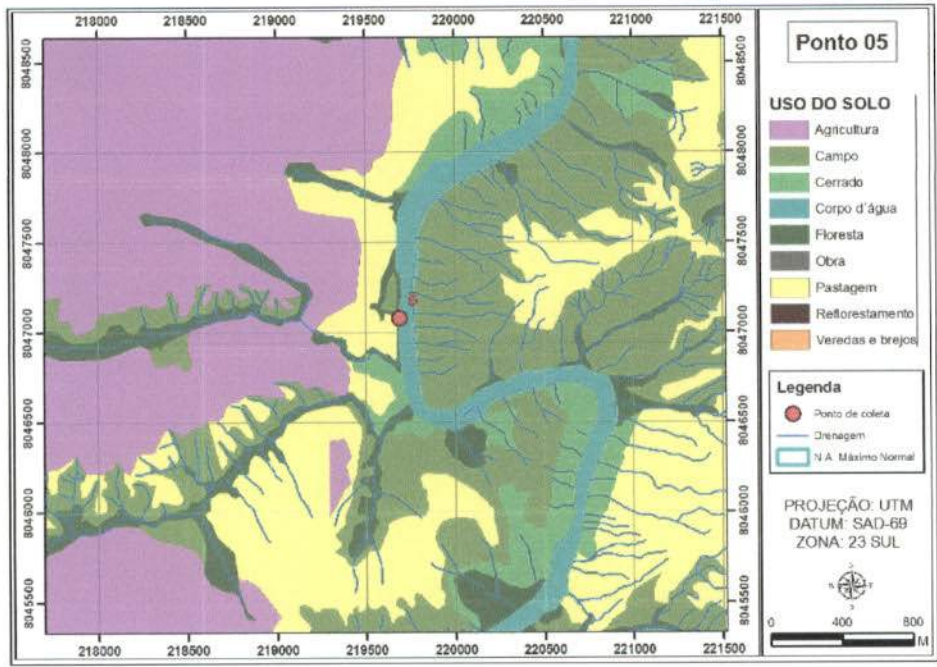




EM BRANCO



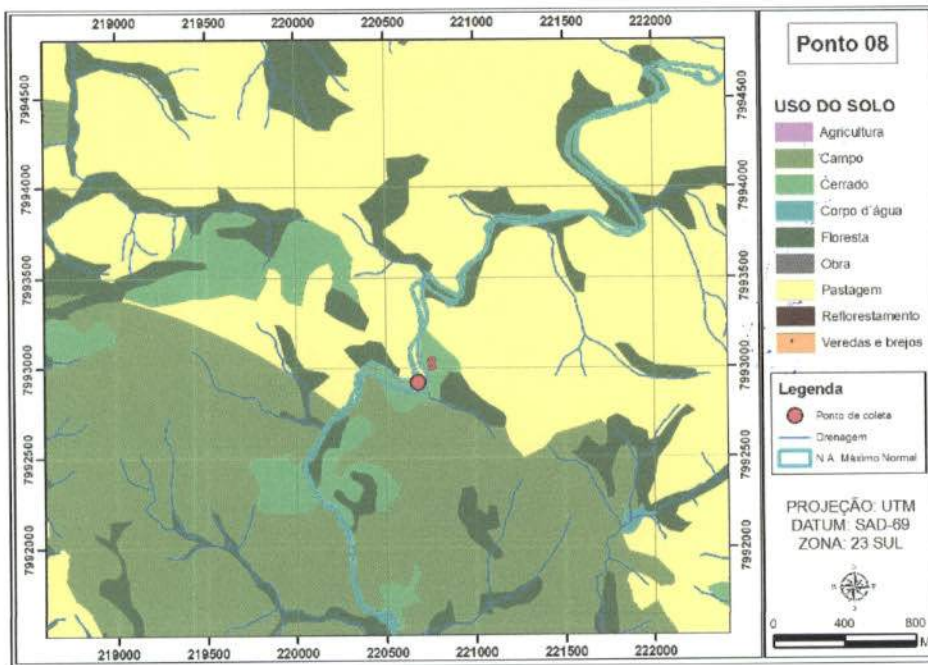
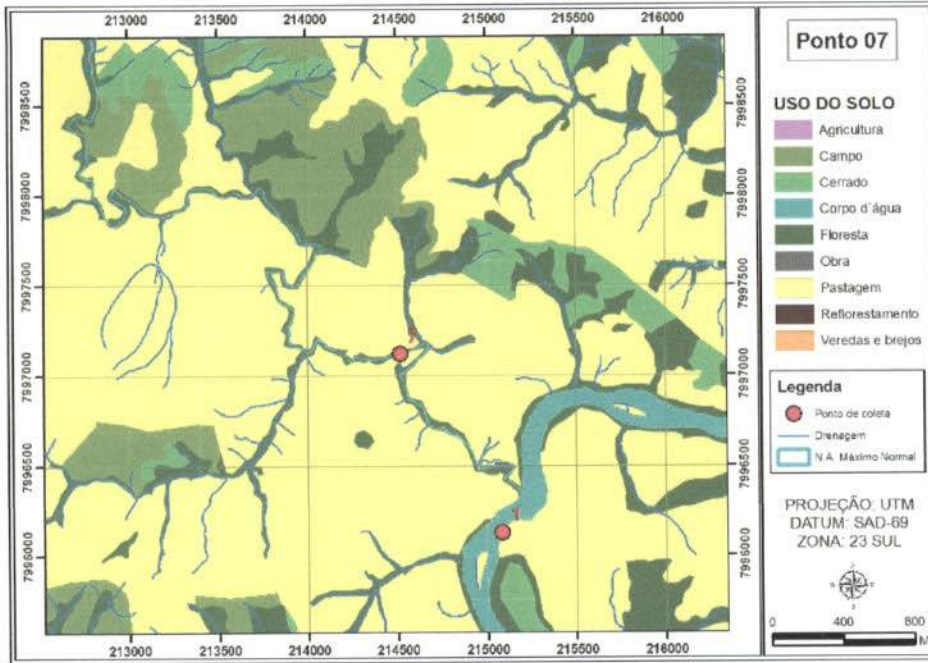
IBAMA/DIAGO
 6/30/00
 S. 27
 M. 10
 M. 10
 M. 10



EM BRANCO

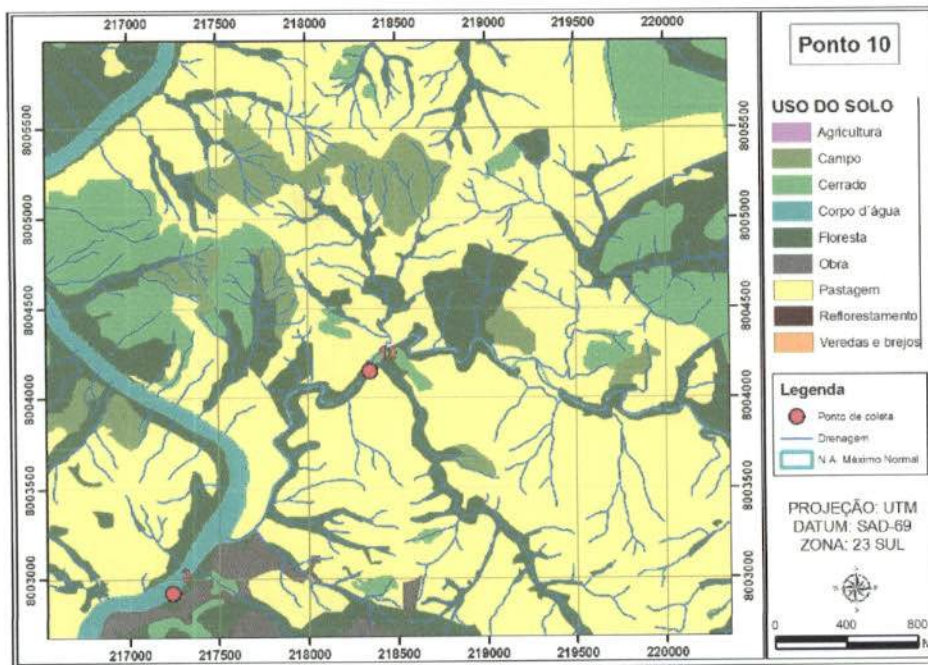
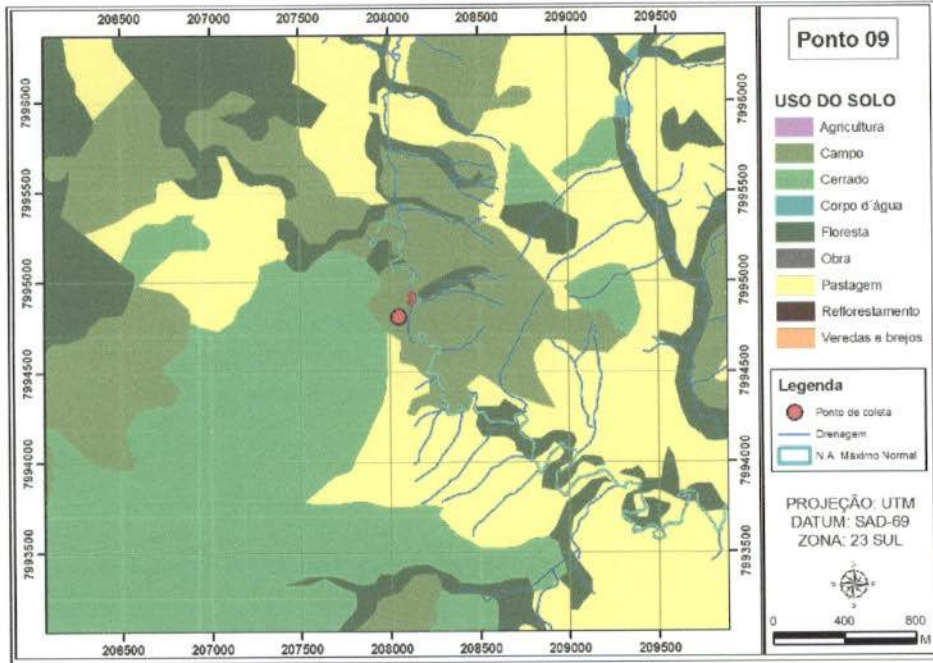


IBAMA/COAD/GO
 PISC.: 696/10
 568
 AD
 IEMA - MMA



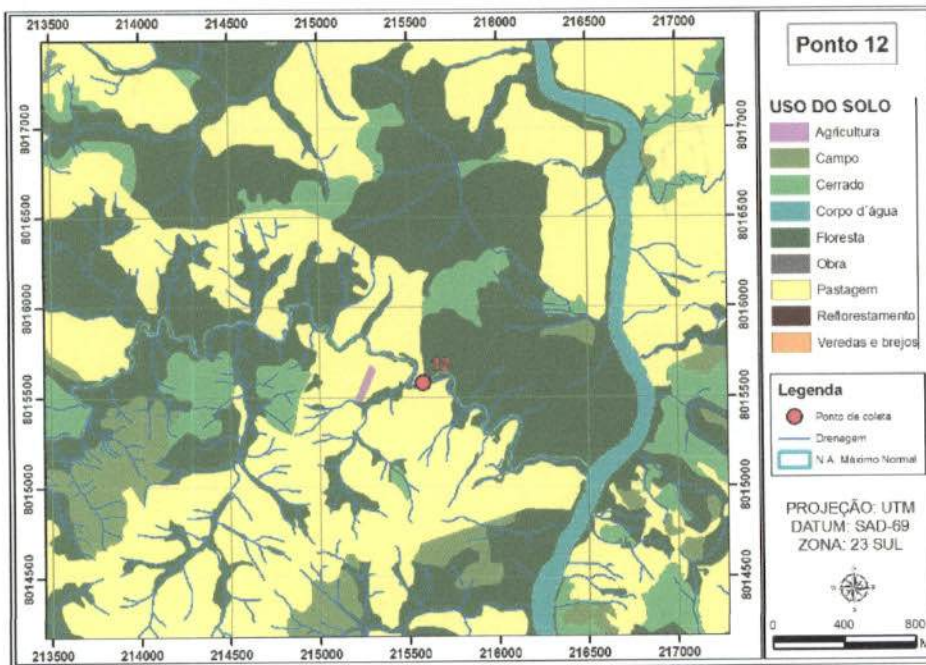
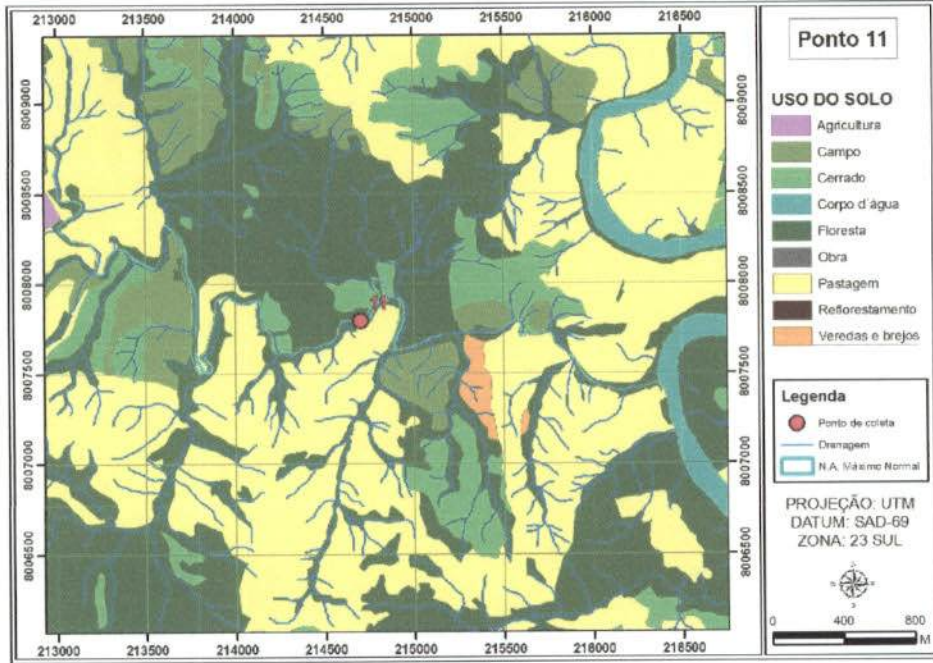
EM BRANCO

IBAMA/CODIGO 639160
 Pict: 569
 Ass: AA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



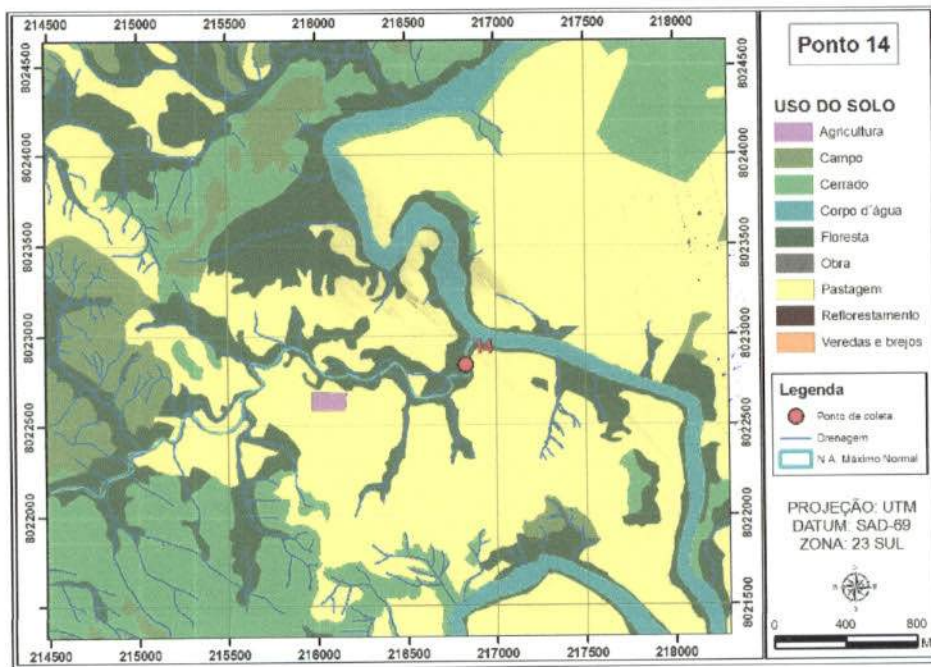
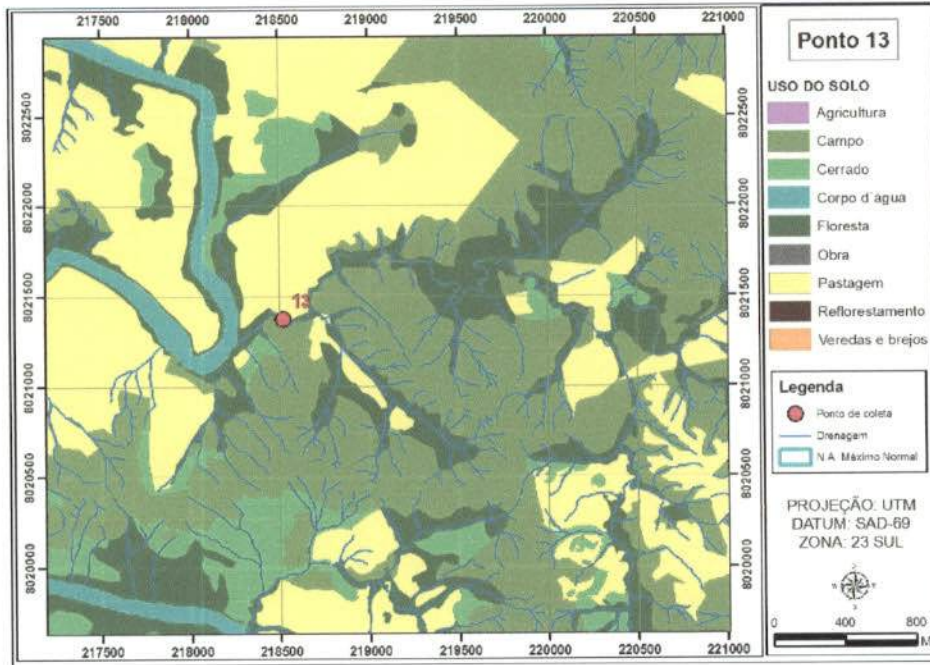
EM BRANCO

IBAMA/CODIGO
 Pto: 648/16
 Esp: 530
 Ass: [assinatura]
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM PRANCO

IBAMA/COADIGO
 696/10
 571
 [Assinatura]
 Fonte - MMA

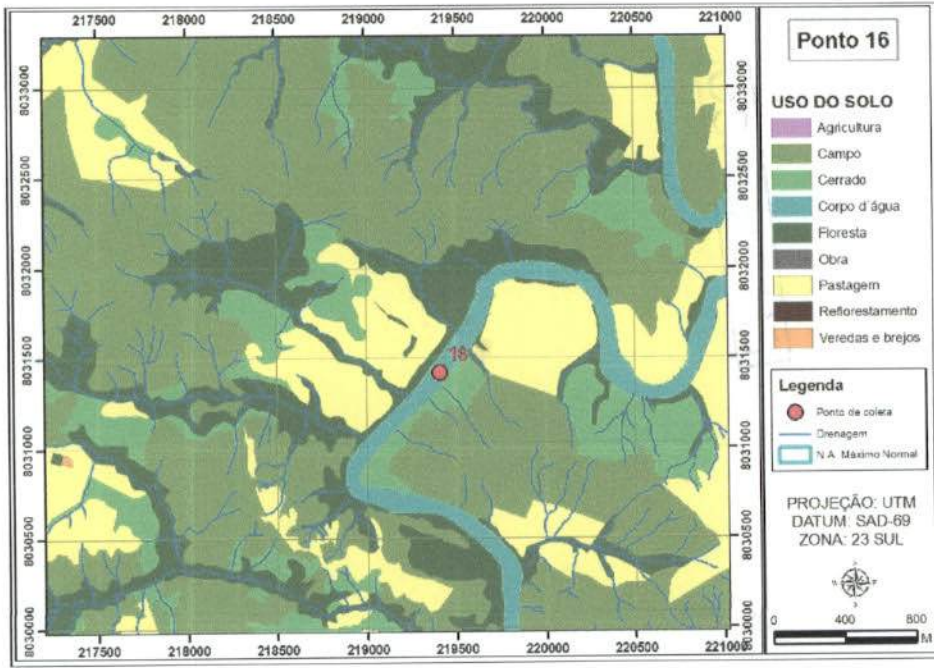
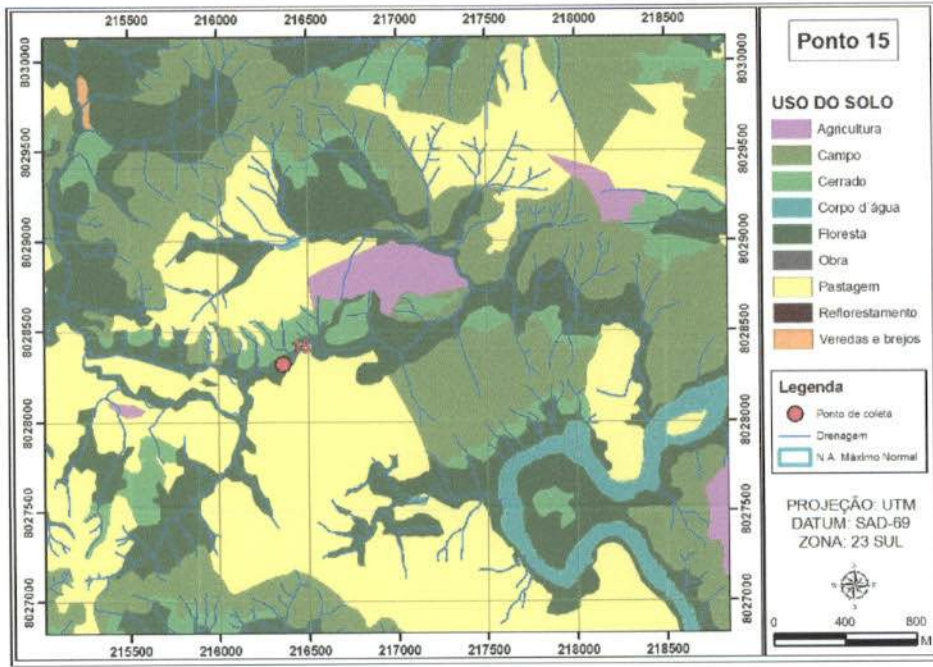




EM PRANCO



IBAMA/CODADIGO
 Pcs: 69610
 Pcs: 572
 Pcs: A
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO



ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Fação, em dezembro de 2009.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	11	12	9	7	5	5	16	4	75	11	9	11	6	8	17	4
Alumínio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Alumínio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cádmio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianetos	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chumbo	<0,1	<0,1	4,77	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,46	2,58	<0,1	0,36	<0,1	<0,1	12,01
Clorofila-a	<0,1	<0,1	2,0	1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,0	1,5	0,5	2,0	1,5	1,5	1,5
Cloreto	2,5	2,0	29	10	4	19	28	7	174	13	16	16	7	12	32	4
Condutividade elétrica	39	21	11	41	67	58	244	33	22	10	14	24	44	34	61	59
Cor	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	1,9	1,4	1,3	1	3,5	3,6	3	3,6	3	0,2	2,5	1,6	1,8	1,7	2	1,7
DBO ₅	14	15	12	11	19	19	17	8	7	11	13	4	5	15	4	10
DQO	30	26	12	16	22	22	36	30	72	18	22	24	18	16	34	24
Dureza	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fenóis totais	0,22	0,17	0,1	0,24	0,26	0,23	0,79	0,12	0,11	0,07	0,1	0,12	0,26	0,25	0,41	0,28
Ferro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
Fluoreto	0,044	0,038	0,018	0,019	0,115	0,095	0,251	0,06	0,392	0,024	0,021	0,058	0,022	0,017	0,052	0,051
Fósforo total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,022	0,011	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês	108,74	61,38	38,49	37,42	230	154,5	270,37	145,9	98,9	20,89	27,38	37,62	38	27,16	57,53	96
MST	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Mercurio	0,46	0,36	0,44	0,21	0,33	0,32	0,86	0,54	0,38	0,34	0,3	0,55	0,44	0,2	0,44	0,43
NTK	0,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
Nitrato	0,004	0,003	0,002	0,006	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Nitrito	0,16	0,16	0,14	0,11	0,13	0,12	0,46	0,14	0,08	0,14	0,1	0,15	0,14	0,1	0,14	0,13
Nitrogênio amoniacal	4,7	0,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	6,4	5,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Óleos e graxas	7,1	6,8	3,4	5,9	5,1	8,8	8,6	7,0	6,5	2,1	1,5	1,0	5,9	5,3	7,5	8,0
Oxigênio dissolvido	7,3	6,47	6,5	5,72	6,6	7,6	7,5	7,2	7,9	6,5	6,3	6,4	6,8	5,71	7,0	6,92
pH	27	-	25	26	25	25	25	25	25	25	26	27	28	26	25	25
Temperatura ambiente	26,27	26,72	27,1	25,61	23,52	23,45	26,4	22,5	24,1	27,3	27,33	26,4	25,19	24,82	22,77	23,8
Temperatura da água	42,1	30,5	5,11	27	137	105	341	78,1	73,5	5,17	5,18	29,5	17,2	16,3	56,5	11,78
Turbidez	7,26	7,62	3,51	4,58	5	4,5	10,63	3,1	72,1	4,11	5,62	6,38	3	3,84	7,47	<0,01
STD	1,0	1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0	1,0	4,0	3,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sulfato	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Urânio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinco	16000	1700	>16000	3500	>16000	>16000	>16000	2200	9200	470	5400	230	940	1100	2200	9200
Coliformes totais	200	170	Ausente	45	1700	700	16000	210	330	Ausente	Ausente	45	61	40	140	460
Coliformes fecais																

IBAMA/COADIC
 Pto: 696/6
 543
 84
 Meio Ambiente

EM BRANCO



ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em janeiro de 2010.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	10	7	9	5	3	4	17	6	75	8	8	6	4	4	5	4
Alumínio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cádmio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cianeto	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Clorofila-a	19,28	10,24	13,92	8,19	1,98	1,39	19,27	1,17	3,55	<0,1	10,10	7,37	8,46	9,56	16,38	4,09
Cloreto	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	7,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Condutividade elétrica	18	19	26	8	8	6	36	12	190	23	15	10	8	5	10	7
Cor	41	31	9	7	18	21	146	19	4	7	8	5	1	6	6	10
Coro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DBO ₅	1,8	0,5	0,8	0,5	1,3	0,6	1,5	1,3	0,6	0,7	1,1	1,4	0,5	0,6	1,6	2
DQO	4	3	2	2	5	3	6	4	2	3	4	5	1	3	4	7
Dureza	16	14	14	10	8	8	22	8	72	14	12	8	10	4	10	8
Fenóis totais	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ferro	0,64	0,58	0,1	0,05	0,23	0,25	0,73	0,3	0,08	0,06	0,04	0,07	0,07	0,1	0,1	0,16
Fluoreto	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,71	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fósforo total	0,0326	0,0259	0,0132	0,0094	0,0177	0,0182	0,1931	0,0243	0,2230	0,0149	0,0110	0,0071	0,0083	0,0083	0,0254	0,0132
Manganês	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02	0,025	0,01	0,03	0,011	<0,010	<0,010	<0,010
MST	23	13	13	7	38	37	169	48	21	6	5	4	7	8	12	12
MSO	8	8	6	5	11	11	32	13	7	3	5	3	3	5	6	3
MSI	15	5	7	2	27	26	137	35	14	3	<1	1	4	3	6	9
Mercurio	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
NTK	0,71	0,55	0,28	0,21	0,39	0,25	0,67	0,26	0,53	0,28	0,29	0,16	0,27	0,17	0,28	0,26
Nitrato	0,3	0,2	0,1	<0,1	0,1	0,2	0,6	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Nitrito	0,002	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Nitrogênio amoniacal	0,21	0,25	0,08	0,01	0,09	0,05	0,27	0,06	0,03	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06
Óleos e graxas	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Órto-fosfato	0,0232	0,0177	0,0088	0,0044	0,0099	0,0121	0,0880	0,0138	0,2020	0,0110	0,0083	0,0027	0,0033	0,0027	0,0083	0,0049
Oxigênio dissolvido	5,17	6,37	3,86	4,56	6,79	6,08	6,46	6,6	6,2	4,6	4,44	3,9	4,65	5,11	2,33	3,6
pH	7,7	7,3	7,1	6,8	7,4	8	7,5	7,7	7,5	6,9	6,7	6,5	6,9	6,6	6,2	6,16
Temperatura ambiente	29,5	28	24	25,5	25,2	25	25,4	26	25	28,5	27	27,5	25,9	26	26	25
Temperatura da água	26,4	26,5	27,5	28	24,8	24,7	23,8	25,4	26,6	29,2	28,5	29,4	27,9	27,4	27,5	26,8
Turbidez	23,6	11,7	2,7	1,9	30,4	27,1	23,7	35	32	3	2	2	2	3	4	9
STD	9	9	13	4	4	2	18	3	95	11	9	4	3	5	4	3
Sulfato	1	2	<1	<1	3	2	<1	3	8	<1	<1	<1	<1	<1	1	1
Urânio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	0,0141	0,0235	0,0203	0,0084	0,0506	0,0325	0,0109	0,0279	0,0132	0,0041	0,04	0,0032	0,0059	0,0035	0,0159	0,0185
Coliformes totais	>16000	790	2100	460	700	3500	>16000	9200	9200	3500	16000	3500	1400	240	700	3500
Coliformes fecais	1100	18	Ausente	Ausente	92	220	>16000	1400	330	20	Ausente	18	Ausente	Ausente	Ausente	120

ACQUAD
 69660
 S74
 MMA
 85

EM BRANCO

ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em fevereiro de 2010.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	12	11	9	4	4	3	19	5	86	10	8	6	5	4	5	4
Alumínio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cádmio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cianeto	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chumbo	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Clorofila-a	36,60	1,49	4,91	0,82	1,64	2,18	4,91	2,46	2,18	3,28	6,28	3,28	1,91	3,55	3,82	<0,01
Cloreto	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	11,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Condutividade elétrica	26	28	24	9	8	12	43	12	223	23	25	10	7	7	11	8
Cor	44	68	15	8	17	12	38	14	1	13	17	9	6	9	17	17
Cromo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
DBO ₅	0,5	4,6	0,6	0,1	1,2	0,8	1,2	0,1	0,3	0,3	0,5	2,5	1	0,9	3,3	4,7
DQO	1	7	1	1	7	2	5	1	3	7	4	4	2	5	6	11
Dureza	16	10	12	8	8	6	18	8	80	8	10	8	10	6	8	6
Fenóis totais	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ferro	0,98	1,53	0,09	0,07	0,22	0,21	0,66	0,3	0,05	0,09	0,09	0,14	0,09	0,15	0,24	0,24
Fluoreto	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,74	0,1	0,08	0,07	0,14	0,15	0,09	0,04
Fósforo total	0,0348	0,0382	0,0066	<0,001	0,0049	0,0038	0,0049	<0,001	0,1239	0,0049	0,0055	<0,001	<0,001	<0,001	0,0149	0,0033
Manganês	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02	<0,010	0,02	<0,010	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
MST	7	5	4	9	11	11	8	4	3	2	5	5	3	2	2	4
MSO	5	2	1	8	6	1	2	2	0	2	3	4	2	1	1	3
MSI	2	3	3	1	5	10	6	2	3	0	2	1	1	1	1	1
Mercurio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
NTK	0,67	0,72	0,29	0,44	0,32	0,23	0,38	0,26	0,24	0,28	0,29	0,27	0,44	0,35	0,38	0,47
Nitrato	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrito	0,006	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003
Nitrogênio amoniacal	0,37	0,52	0,09	0,04	0,12	0,03	0,08	0,06	0,04	0,08	0,09	0,07	0,04	0,05	0,08	0,07
Óleos e graxas	V.A.	V.A.	0,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	0,9	2,0	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Orto-fosfato	0,0271	0,0315	<0,001	<0,001	0,0027	<0,001	<0,001	<0,001	0,1201	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0022	<0,001
Oxigênio dissolvido	6,9	6,2	5,4	5,6	6,9	5,4	6,5	6,9	5,8	5,3	5,3	4,6	5,7	5,9	4,5	4,9
pH	7,1	6,9	7,2	7,3	8	8,2	7,5	7,7	7,8	7,3	7	7,1	7,1	7,4	7,2	7,6
Temperatura ambiente	29	28	31	33	29	27	27	30	31	31	30	32	32	31	29	27
Temperatura da água	27	26	29	30	27	26,7	25	28	29	29	28	30	30	29,4	29	26
Turbidez	20	20,9	3,4	1,7	17,1	16,9	14,1	6,7	5	3	4	2,4	1,7	1,9	2,6	3,7
STD	13	13	12	5	4	4	24	7	112	11	12	5	4	4	4	4
Sulfato	1	2	1	1	1	1	1	<1,0	5	<1,0	1	1	1	1	1	1
Urânio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	0,0136	0,0184	0,0042	0,0079	<0,0001	<0,0001	0,0061	0,0062	0,0034	0,066	<0,0001	0,0072	0,007	0,0054	0,0093	<0,0001
Coliformes totais	2800	3500	170	220	9200	1400	16000	2400	2200	>16000	2800	9200	2800	4700	220	9200
Coliformes fecais	700	940	Ausente	Ausente	790	310	330	170	20	460	45	9200	20	40	20	20



EM BRANCO

IBAMA/CODIGO
Proc: 696/10
Fl: 576
8
Município de São João del-Rei - MMA

EM BRANCO





UHE SERRA DO FACÃO

MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DA UHE SERRA DO FACÃO

**Resultados referentes ao período de enchimento do
reservatório da UHE Serra do Facão - Março e Abril de
2010**

Maio / 2010

EM BRANCO

IBAMA/COD/GO
Proc: 696/10
578
AA
MMA

Apresentação

Este documento apresenta os resultados das campanhas de monitoramento limnológico realizadas em março e abril de 2010, durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão.

Ressalta-se que as análises das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos ainda estão na fase de processamento, tendo em vista que a identificação desses organismos necessita de um maior intervalo de tempo. Assim, os relatórios referentes a esses meses de monitoramento serão entregues até o dia 30 do mês de junho.

EM BRANCO



Tabela 1. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Fação, em março de 2010.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	18	15	11	9	5	9	22	8	76	11	12	8	7	8	12	8
mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Alumínio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cádmio	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cianetos	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo	<0,01	6,30	0,55	3,82	1,09	21,84	6,55	3,90	<0,01	5,46	3,82	2,46	2,46	0,55	3,55	0,27
µg/L	<0,01	6,30	0,55	3,82	1,09	21,84	6,55	3,90	<0,01	5,46	3,82	2,46	2,46	0,55	3,55	0,27
Clorofila-a	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cobre	30	46	19	10	7	26	40	9	17,9	21	18	11	9	9	11	13
µS/cm	30	46	19	10	7	26	40	9	17,9	21	18	11	9	9	11	13
Condutividade elétrica	152	148	14	14	19	21	53	88	17	14	14	13	12	12	15	13
mg Pt/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cor	0,5	4,1	2,4	1,5	2	-	4,5	2,2	2,1	3,5	2,6	0,7	1,9	1,4	2,1	1,2
mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo	57	50	59	29	17	31	19	50	35	44	56	59	58	58	42	21
mg/L	57	50	59	29	17	31	19	50	35	44	56	59	58	58	42	21
DBO ₅	14	14	8	6	4	4	18	8	66	8	8	6	6	6	6	4
mg/L	14	14	8	6	4	4	18	8	66	8	8	6	6	6	6	4
Dureza	0,004	0,008	0,001	0,001	0,024	0,001	0,003	0,002	0,014	0,004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,01
mg/L	0,004	0,008	0,001	0,001	0,024	0,001	0,003	0,002	0,014	0,004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,01
Fenóis totais	2,9	2,77	0,07	0,06	0,17	0,13	0,67	0,32	0,08	0,08	0,07	0,17	0,14	0,13	0,11	0,21
mg/L	2,9	2,77	0,07	0,06	0,17	0,13	0,67	0,32	0,08	0,08	0,07	0,17	0,14	0,13	0,11	0,21
Ferro	0,18	0,01	0,15	0,04	<0,01	<0,01	0,12	<0,01	0,76	0,22	<0,01	0,24	0,02	0,03	0,09	0,17
mg/L	0,18	0,01	0,15	0,04	<0,01	<0,01	0,12	<0,01	0,76	0,22	<0,01	0,24	0,02	0,03	0,09	0,17
Fluoreto	0,05	0,051	<0,001	0,001	0,002	0,042	0,016	0,078	0,21	0,001	<0,010	<0,001	<0,001	<0,001	0,018	<0,001
mg/L	0,05	0,051	<0,001	0,001	0,002	0,042	0,016	0,078	0,21	0,001	<0,010	<0,001	<0,001	<0,001	0,018	<0,001
Fósforo total	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Manganês	15	28	8	5	53	21	21	86	19	4	3	7	6	6	12	4
mg/L	15	28	8	5	53	21	21	86	19	4	3	7	6	6	12	4
MST	8	7	2	4	15	5	13	17	1	4	2	5	6	6	6	0
mg/L	8	7	2	4	15	5	13	17	1	4	2	5	6	6	6	0
MSO	7	21	6	1	38	16	8	69	18	0	1	2	0	0	6	4
mg/L	7	21	6	1	38	16	8	69	18	0	1	2	0	0	6	4
MSI	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mercurio	1,19	1,34	0,4	0,67	0,43	0,38	0,41	0,59	0,53	0,4	0,41	0,6	0,48	0,33	0,54	1,19
mg/L	1,19	1,34	0,4	0,67	0,43	0,38	0,41	0,59	0,53	0,4	0,41	0,6	0,48	0,33	0,54	1,19
NTK	1	0,9	0,3	0,2	0,3	0,5	0,7	0,6	0,4	0,013	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	1
mg/L	1	0,9	0,3	0,2	0,3	0,5	0,7	0,6	0,4	0,013	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	1
Nitrato	0,006	0,005	0,009	0,009	0,012	0,014	0,009	0,011	0,011	0,013	0,01	0,011	0,008	0,009	0,009	0,006
mg/L	0,006	0,005	0,009	0,009	0,012	0,014	0,009	0,011	0,011	0,013	0,01	0,011	0,008	0,009	0,009	0,006
Nitrito	0,89	0,94	0,2	0,17	0,13	0,18	0,21	0,29	0,23	0,2	0,21	0,2	0,18	0,23	0,24	0,89
mg/L	0,89	0,94	0,2	0,17	0,13	0,18	0,21	0,29	0,23	0,2	0,21	0,2	0,18	0,23	0,24	0,89
Nitrogênio amoniacal	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Níquel	V.A.	7,3	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	4,6	0,4	V.A.	2,6	V.A.	1,3	V.A.	V.A.	V.A.
mg/L	V.A.	7,3	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	4,6	0,4	V.A.	2,6	V.A.	1,3	V.A.	V.A.	V.A.
Óleos e graxas	0,035	0,042	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,041	0,175	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
mg/L	0,035	0,042	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,041	0,175	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Orto-fosfato	6,4	8,1	6,2	4,9	7,7	7,3	7,3	8,5	7,7	5,7	6,2	5,1	6,6	6,3	4	5,2
mg/L	6,4	8,1	6,2	4,9	7,7	7,3	7,3	8,5	7,7	5,7	6,2	5,1	6,6	6,3	4	5,2
Oxigênio dissolvido	6,8	6	6,2	6,7	6,5	6,7	7,3	7,3	7,6	7	6,8	6,7	6,6	6,8	6,7	6,5
pH	6,8	6	6,2	6,7	6,5	6,7	7,3	7,3	7,6	7	6,8	6,7	6,6	6,8	6,7	6,5
Temperatura ambiente	35	30	31	30	33	30	32	33	30	28	28	29	31	32	35	34
°C	35	30	31	30	33	30	32	33	30	28	28	29	31	32	35	34
Temperatura da água	26,1	26,7	28,2	28,7	27,5	25,7	24,7	24,2	27,1	27,1	28,2	28,6	29,1	29	29,1	27,7
°C	26,1	26,7	28,2	28,7	27,5	25,7	24,7	24,2	27,1	27,1	28,2	28,6	29,1	29	29,1	27,7
Turbidez	31	41	3	1,4	30,8	24	27,4	146	23	1,6	1,51	1,83	1,16	1,45	1,44	2,34
NTU	31	41	3	1,4	30,8	24	27,4	146	23	1,6	1,51	1,83	1,16	1,45	1,44	2,34
STD	15	22	9	5	3	13	20	4	89	21	8	6	4	6	5	6
mg/L	15	22	9	5	3	13	20	4	89	21	8	6	4	6	5	6
Sulfato	3	12	2	1	3	3	3	3	5	3	1	1	1	1	1	1
mg/L	3	12	2	1	3	3	3	3	5	3	1	1	1	1	1	1
Urânio	<0,001	<0,00														

FALCONCO

Life

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Coliformes totais	460	140	78	210	1400	16000	9200	>16000	3500	Ausente	260	2400	45	45	1700	470
Coliformes fecais	460	45	Ausente	Ausente	490	940	9200	>16000	220	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	45
Toxicidade	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

IBAMA/CADIG
 3
 580
 696/90
 MMA

EM BRANCO



Tabela 2. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em abril de 2010.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alcalinidade	16	18	10	9	6	4	13	7	83	11	11	8	8	8	7	7
Alumínio	0,0342	0,0474	0,0261	0,0263	0,0787	0,0753	0,0332	0,0286	0,0403	0,041	0,0324	0,021	0,0452	0,0216	0,0312	0,0178
Cádmio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cádmio	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cianetos	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo	0,82	0,73	2,46	4,64	1,71	1,91	7,64	0,27	1,09	1,37	6,01	4,37	2,73	2,46	2,73	3,28
Clorofila-a	<0,5	1,5	2	0,5	0,5	2	0,5	<0,5	13	0,5	1,5	2	<0,5	2	1,5	<0,5
Cloreto	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cobre	50	46	21	22	23	4	44	28	238	27	24	20	15	18	18	25
Condutividade elétrica	182	272	14	24	22	16	37	18	6	14	16	16	12	10	11	6
Cor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cromo	3,2	3	2,3	2,7	3,3	2,4	2,2	0,4	2,9	2	3,1	3,2	3,2	2,5	2,6	2,6
DBO ₅	5	14	4	2,7	8	15	5	4	80	7	11	12	12	11	4	4
DOO	24	36	14	18	14	12	22	12	2	12	10	10	12	10	10	14
Dureza	0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fenóis totais	3,7	5,1	0,39	0,4	0,25	0,83	1,27	0,26	1,04	0,23	0,72	0,28	0,39	0,22	0,21	0,2
Ferro	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,39	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,19
Fluoreto	0,052	0,067	<0,001	0,001	0,014	<0,001	<0,001	<0,001	0,142	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,04
Fósforo total	0,7068	0,9166	0,0265	0,0867	0,0314	0,0129	0,0354	0,0147	0,1093	0,041	0,0456	0,0221	0,0355	0,0284	0,0271	0,0143
Manganes	10	28	14	20	30	8	9	25	24	38	18	50	19	15	1	32
MST	1	26	9	6	14	1	1	19	21	26	16	32	12	11	1	28
MSO	9	2	5	14	16	7	8	6	3	12	2	18	7	4	0	4
MSI	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mercurio	0,92	1,22	0,27	0,3	0,29	0,38	0,34	0,26	0,36	0,25	0,29	0,23	0,36	0,25	0,25	0,24
NTK	0,7	0,9	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Nitrato	<0,001	<0,001	0,002	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Nitrato	0,62	0,92	0,07	0,1	0,09	0,08	0,04	0,06	0,06	0,05	0,09	0,03	0,06	0,05	0,05	0,04
Nitrogênio amoniacal	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Niquel	8,2	V.A.	7,3	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	3,6	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Óleos e graxas	0,048	0,056	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,131	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Orto-fosfato	8,2	7,7	6,7	4,4	6,3	7,8	8,1	7,5	9,0	6,8	6,9	7,0	6,4	7,2	6,9	6,5
Oxigênio dissolvido	6,8	6,7	6,5	6,8	6,7	7,2	6,6	7	6,5	6,7	6,7	6,3	6,5	6,5	6,5	6,8
pH	27	35	31	36	29	25,5	34	25	31	29	29	32	31	30	30	30
Temperatura ambiente	25	27	28	29	25,8	25,5	24	23,2	27	27	27,3	29	27,7	27,5	27,5	27
Temperatura da água	27	32	1	3	11	15	13	7	6	2	2	2	1	2	2	2
Turbidez	24	24	11	11	12	2	21	19	115	10	14	8	7	6	8	12
STD	1	3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sulfato	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Urânio	0,0407	0,0404	0,0399	0,0434	0,0392	0,045	0,0391	0,0393	0,0257	0,0442	0,036	0,0387	0,0437	0,0381	0,0425	0,0431
Zinco																

IBAMA/COAD/GO
 696/10
 45810
 12/04/2010

EM BRANCO

Life

Pontos	unidade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Coliformes totais	NMP/100ml	490	210	230	>16000	1400	230	1500	170	330	92	20	20	170	Ausente	45	170
Coliformes fecais	NMP/100ml	110	68	<18	>16000	790	45	1500	92	170	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Toxicidade		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

IBAMA/CGADICO
 696/00
 58
 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO





ANEXO 11 – LAUDOS DE ÁGUA

EM BRANCO

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa Solicitante: Serra do Facão Energia S.A

Endereço: Avenida 20 de agosto nº 1293 2º andar Centro. Catalão-GO

Nome do Solicitante: Guilherme Bretas

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação da amostra: PA **Coordenadas Geográficas:** Lat 8003359/ Long 217518

Item Ensaiado: água in natura **Temp. ar:** 31°C

Coletor (es): Andréia e Kátia **Data da Coleta:** 16/05/2010 **Hora:** 12:36

Entrada no laboratório: 17/05/2010 **Data da Elaboração do RSE:** 27/05/2010

Parâmetros Físico-Químicos	Profundidade	Unidade	Limite (VMP)	Resultados Analíticos	LQ	Metodologia
Alcalinidade	Superfície	mg/L	NR	11,0	1,0	SM21 2320 B
Cloreto	Superfície	mg/L	250	<0,5	0,5	SM21 4500 Cl
Cálcio	Superfície	mg/L	NR	1,60	0,8	SM21 3500 Ca B
Condutividade Elétrica	Superfície	µS/cm	NR	21,0	0,1	SM21 2510 A
Cor Verdadeira	Superfície	mg Pt/L	75	34,0	3,45	SM21 2120 C
DBO ₅	Superfície	mg/L	5,0	0,5	0,1	SM21 5210 B
DQO	Superfície	mg/L	NR	2,0	1,0	SM21 5220 C
Fósforo Total	Superfície	mg/L	0,05	0,014	0,001	SM21 4500-PE
Nitrato	Superfície	mg/L	10	0,4	0,1	SM21 4500-NO ₃ ⁻ E
Nitrito	Superfície	mg/L	1	<0,001	0,001	SM21 4500-NO ₂ ⁻ A
Nitrogênio total	Superfície	mg/L	—	0,76	0,01	SM21 4500
Nitrogênio Amoniacal	Superfície	mg/L	*	0,16	0,04	SM21 4500-NH ₃ F
Magnésio	Superfície	mg/L	NR	1,46	0,48	SM21 3500-Mg B
NTK	Superfície	mg/L	NR	0,36	0,1	SM21 4500-N B
Oxigênio Dissolvido	Superfície	mg/L	NI a 5,0	0,05	0,1	SM21 4500-O C
pH	Superfície	—	6,0-9,0	6,06	0,003	SM21 4500-H ⁺ B
Sólidos Totais Dissolvidos	Superfície	mg/L	NR	10,0	NA	SM21 2540 C
Sulfato	Superfície	mg/L	250,0	<1,0	1,0	SM21 4500 E SO ₄ ²⁻
Turbidez	Superfície	NTU	100	5,61	0,069	SM21 2130 B
Temperatura	Superfície	°C	NR	26	NA	SMEWW 2550 B

EM BRANCO

IBAMA/COADIG/DIO
 Proc.: 694110
 Fls.: 585
 MMA
 Meio Ambiente - MMA



RELATÓRIO SIMPLIFICADO DE ENSAIO

IDENTIFICAÇÃO
RSE 042/010

REVISÃO
00

FOLHA Nº
2/3

PERFIL VERTICAL				
Profundidade(m)	Temperatura(°C)	Oxigênio Dissolvido(mg/L)	Saturação de OD (%)	pH
1	25,35	0,03	0,4	5,97
2	25,21	0,02	0,3	6,20
3	25,18	0,02	0,2	6,19
4	25,15	0,01	0,2	6,12
5	25,12	0,01	0,2	6,11
6	25,09	0,01	0,1	6,11
7	25,08	0,01	0,2	6,14
8	25,08	0,01	0,1	6,14
9	25,07	0,01	0,2	6,18
10	25,06	0,01	0,1	6,13

Notas:

- VMP – Valor Máximo Permitido
- NR = Não há referência.
- NA = Não aplicável.
- NI = Não inferior.
- LQ = Limite de Quantificação
- *= 3,7 mg/L, para pH<7,5; 2,0 mg/L, para 7,5<pH< 8,0; 1,0 mg/L, para 8,0<pH< 8,5; 0,5 mg/L, para pH>8,5.

Abrangência:

O(s) resultado(s) refere(m)-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).
 Esse Relatório Simplificado de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Data da realização das análises

A Life Projetos Limnológicos garante que todas as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo o POP Amostragem (001) da Life Projetos Limnológicos, e condições descritas na proposta comercial referente a este trabalho. Todas estas datas constam no relatório original de ensaio (dados brutos) e poderão ser solicitados a qualquer momento pelo interessado.

Plano de Amostragem

O plano de amostragem segue as normas do SMEWW (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

Referências

- SM21 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” da AWWA/APHA, 21ª ed. Washington: APHA, 2005.
- Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de Março de 2005.**
- Procedimento Operacional Padrão**

Revisores

- Carolina Bussadori Piva Scurciatto
- Juliana Machado do Couto Curti

EMERSON CO



RELATÓRIO SIMPLIFICADO DE
ENSAIO

IDENTIFICAÇÃO
RSE 042/010

REVISÃO: FOLHA Nº
00 Ref: **3/3**

IBAMA/COAD/GO
Proc: 6981.0
MMA
Min. do Meio Ambiente

Responsável Técnica
Juliana Machado do Couto Curti

Juliana Machado do Couto Curti
M.Sc. Juliana Machado do Couto Curti
Diretora Técnica - CRBio nº 30921
Goiânia, 27/05/2010

EM BRANCO

IBAMA/COADIG
Proc.: 096/0
Fls.: 583
Mina
Robt.
MMA

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa Solicitante: Serra do Facão Energia S.A
Endereço: Avenida 20 de agosto nº 1293 2º andar Centro, Catalão-GO
Nome do Solicitante: Guilherme Bretas

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação da amostra: PC **Coordenadas Geográficas:** Lat 8007513/ Long 215947
Item Ensaiado: água in natura **Temp. ar:** 31°C
Coletor (es): Andréia e Kátia **Data da Coleta:** 16/05/2010 **Hora:** 11:45
Entrada no laboratório: 17/05/2010 **Data da Elaboração do RSE:** 27/05/2010

Parâmetros Físico-Químicos	Profundidade	Unidade	Limite (VMP)	Resultados Analíticos	LQ	Metodologia
Alcalinidade	Superfície	mg/L	NR	11,0	1,0	SM21 2320 B
Cloreto	Superfície	mg/L	250	<0,5	0,5	SM21 4500 Cl
Cálcio	Superfície	mg/L	NR	1,60	0,8	SM21 3500 Ca B
Condutividade Elétrica	Superfície	µS/cm	NR	24,0	0,1	SM21 2510 A
Cor Verdadeira	Superfície	mg Pt/L	75	24,0	3,45	SM21 2120 C
DBO ₅	Superfície	mg/L	5,0	0,5	0,1	SM21 5210 B
DQO	Superfície	mg/L	NR	5,0	1,0	SM21 5220 C
Fósforo Total	Superfície	mg/L	0,05	0,016	0,001	SM21 4500-PE
Nitrato	Superfície	mg/L	10	0,4	0,1	SM21 4500-NO ₃ ⁻ E
Nitrito	Superfície	mg/L	1	<0,001	0,001	SM21 4500-NO ₂ ⁻ A
Nitrogênio total	Superfície	mg/L	—	0,71	0,01	SM21 4500
Nitrogênio Amoniacal	Superfície	mg/L	*	0,21	0,04	SM21 4500-NH ₃ F
Magnésio	Superfície	mg/L	NR	5,83	0,48	SM21 3500-Mg B
NTK	Superfície	mg/L	NR	0,31	0,1	SM21 4500-N B
Oxigênio Dissolvido	Superfície	mg/L	NI a 5,0	0,06	0,1	SM21 4500-O C
pH	Superfície	—	6,0-9,0	6,07	0,003	SM21 4500-H ⁺ B
Sólidos Totais Dissolvidos	Superfície	mg/L	NR	12	NA	SM21 2540 C
Sulfato	Superfície	mg/L	250,0	<1,0	1,0	SM21 4500 E SO ₄ ²⁻
Turbidez	Superfície	NTU	100	6,94	0,069	SM21 2130 B
Temperatura	Superfície	°C	NR	25,92	NA	SMEWW 2550 B

EM BRANCO

PERFIL VERTICAL

<i>Profundidade(m)</i>	<i>Temperatura(°C)</i>	<i>Oxigênio Dissolvido(mg/L)</i>	<i>Saturação de OD (%)</i>	<i>pH</i>
1	25,30	0,04	0,5	5,99
2	25,15	0,03	0,5	5,96
3	25,11	0,03	0,6	5,97
4	25,09	0,04	0,5	5,96
5	25,08	0,03	0,5	5,95
6	25,08	0,03	0,4	5,98
7	25,07	0,03	0,3	5,96
8	25,06	0,02	0,3	5,96
9	25,06	0,02	0,3	5,98
10	25,06	0,02	0,2	4,73

Notas:

VMP – Valor Máximo Permitido

NR = Não há referência.

NA = Não aplicável.

NI = Não inferior.

LQ = Limite de Quantificação

*= 3,7 mg/L, para pH<7,5; 2,0 mg/L, para 7,5<pH< 8,0; 1,0 mg/L, para 8,0<pH< 8,5; 0,5 mg/L, para pH>8,5.

Abrangência:

O(s) resultado(s) refere(m)-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Esse Relatório Simplificado de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Data da realização das análises

A Life Projetos Limnológicos garante que todas as análises foram executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro segundo o POP Amostragem (001) da Life Projetos Limnológicos, e condições descritas na proposta comercial referente a este trabalho. Todas estas datas constam no relatório original de ensaio (dados brutos) e poderão ser solicitados a qualquer momento pelo interessado.

Plano de Amostragem

O plano de amostragem segue as normas do SMEWW (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater).

Referências

SM21 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” da AWWA/APHA, 21ª ed. Washington: APHA, 2005.

Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de Março de 2005.

Procedimento Operacional Padrão

Revisores

Carolina Bussadori Piva Scurciatto

Juliana Machado do Couto Curti

EM BRANCO

IBAMA/GOIÁS
Proc.: 096/10
Rel.: JG
Rel.: JG
M. do Meio Ambiente - M. A.



RELATÓRIO SIMPLIFICADO DE
ENSAIO

IDENTIFICAÇÃO
RSE 042/010

REVISÃO
00

FOLHA-Nº
3/3

Responsável Técnica
Juliana Machado do Couto Curti

M.Sc. Juliana Machado do Couto Curti
Diretora Técnica - CRBio nº 30921
Goiânia, 27/05/2010

RECEBUE

EM BRANCO

IBAMA/GOIÁS
 Proc: 69611
 Pat: 590
 Ass: [assinatura]
 do Meio Ambiente

Life PROJETOS LIMNOLÓGICOS	RELATÓRIO SIMPLIFICADO DE ENSAIO	IDENTIFICAÇÃO RSE 042/010	REVISÃO 00	FOLHA Nº 1 / 2
--------------------------------------	---	-------------------------------------	----------------------	--------------------------

DADOS REFERENTES AO CLIENTE
Empresa Solicitante: Serra do Facão Energia S.A
Endereço: Avenida 20 de agosto nº 1293 2º andar Centro. Catalão-GO
Nome do Solicitante: Guilherme Bretas

DADOS REFERENTES A AMOSTRA			
Identificação da amostra: PF	Coordenadas Geográficas: Lat 8015017/ Long 216488		
Item Ensaiado: água in natura	Temp. ar: 25°C		
Coletor (es): Andréia e Kátia	Data da Coleta: 16/05/2010	Hora: 10:02	
Entrada no laboratório: 17/05/2010	Data da Elaboração do RSE: 27/05/2010		

Parâmetros Físico-Químicos	Profundidade	Unidade	Limite (VMP)	Resultados Analíticos	LQ	Metodologia
Alcalinidade	Superfície	mg/L	NR	9,0	1,0	SM21 2320 B
Cloreto	Superfície	mg/L	250	<0,5	0,5	SM21 4500 Cl
Cálcio	Superfície	mg/L	NR	1,60	0,8	SM21 3500 Ca B
Condutividade Elétrica	Superfície	µS/cm	NR	13,0	0,1	SM21 2510 A
Cor Verdadeira	Superfície	mg Pt/L	75	34,0	3,45	SM21 2120 C
DBO ₅	Superfície	mg/L	5,0	0,6	0,1	SM21 5210 B
DQO	Superfície	mg/L	NR	2,0	1,0	SM21 5220 C
Fósforo Total	Superfície	mg/L	0,05	0,005	0,001	SM21 4500-PE
Nitrato	Superfície	mg/L	10	0,4	0,1	SM21 4500-NO ₃ ⁻ E
Nitrito	Superfície	mg/L	1	<0,001	0,001	SM21 4500-NO ₂ ⁻ A
Nitrogênio total	Superfície	mg/L	—	0,77	0,01	SM21 4500
Nitrogênio Amoniacal	Superfície	mg/L	*	0,17	0,04	SM21 4500-NH ₃ F
Magnésio	Superfície	mg/L	NR	2,43	0,48	SM21 3500-Mg B
NTK	Superfície	mg/L	NR	0,3	0,1	SM21 4500-N B
Oxigênio Dissolvido	Superfície	mg/L	NI a 5,0	0,04	0,1	SM21 4500-O C
pH	Superfície	—	6,0-9,0	5,9	0,003	SM21 4500-H ⁺ B
Sólidos Totais Dissolvidos	Superfície	mg/L	NR	6,0	NA	SM21 2540 C
Sulfato	Superfície	mg/L	250,0	<1,0	1,0	SM21 4500 E SO ₄ ²⁻
Turbidez	Superfície	NTU	100	6,29	0,069	SM21 2130 B
Temperatura	Superfície	°C	NR	25,48	NA	SMEWW 2550 B

Notas:

VMP – Valor Máximo Permitido

NR = Não há referência.

Life Consultoria Ambiental LTDA, Rua 14A nº. 99 – Setor Aeroporto
 Goiânia – CEP: 74070-110 Fone/Fax: (62) 3223-1530

<http://www.lifelimnologia.com.br>

EM BRANCO

IBAMA
696/10
192
10
Ministério do Meio Ambiente - MMA



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS
NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA
Superintendência do IBAMA em Goiás

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
SUPERINTENDÊNCIA DO IBAMA EM GOIÁS

TERMO DE ENCERRAMENTO DE VOLUME

Aos 10 dias do mês de 08 de 10, Procedemos ao encerramento deste volume 199 n°. 3 do processo n° 696/10, contendo 199 folhas, abrindo-se em seguida o volume n°. 21

Itallo Hoffman R. Damasceno
Consultado-Visual

Servidor



EM BRANCO

EM BRANCO