

EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
Proc.: 696/10
Ps.: 1176
Pib.: AA
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 ABERTURA DE VOLUME

Aos 10 dias do mês de 08 de 10, procedemos a abertura deste volume n.º 7 do processo n.º 696/10, que se inicia com a folha n.º 1176.
Subcrevo e assino.

Italo Hoffman R. Damasceno
Controlador Visual
Servidor





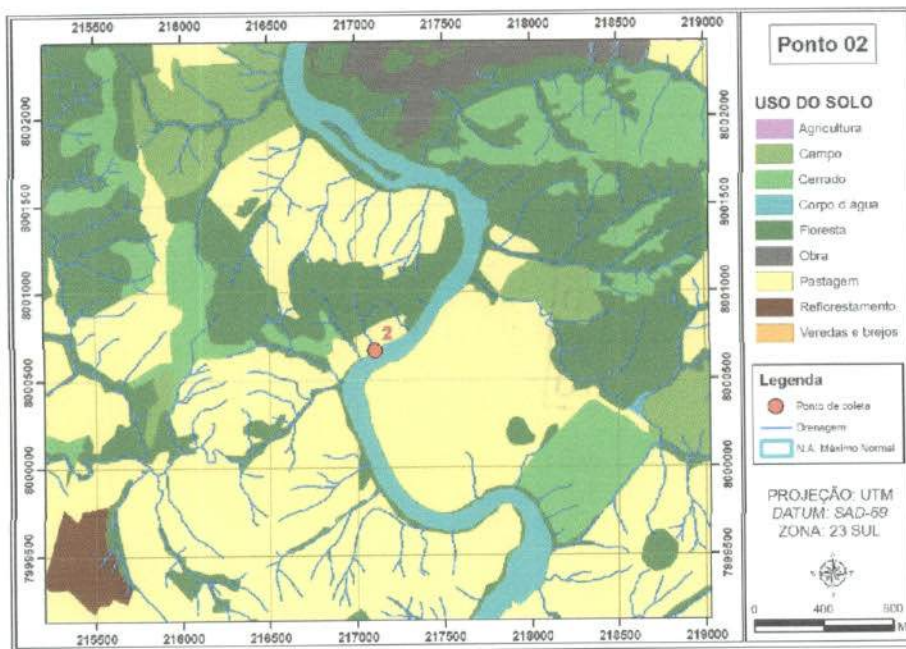
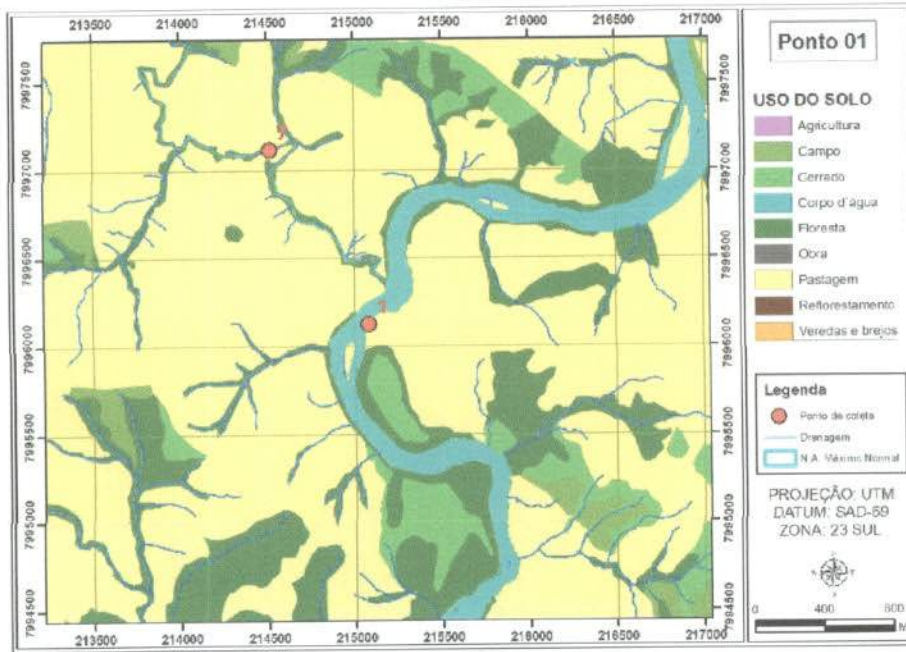
EM BRANCO

ANEXO I

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

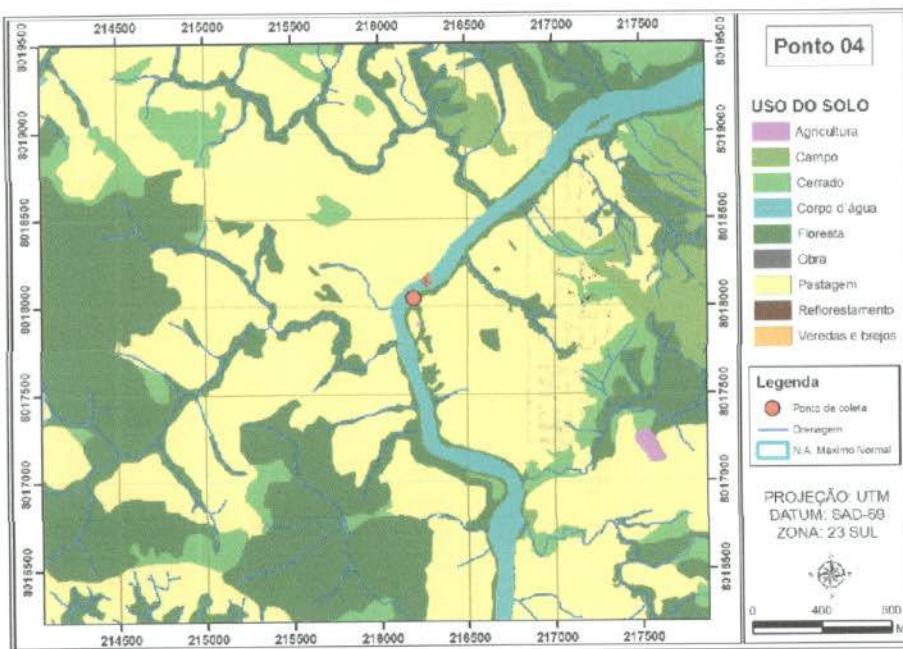
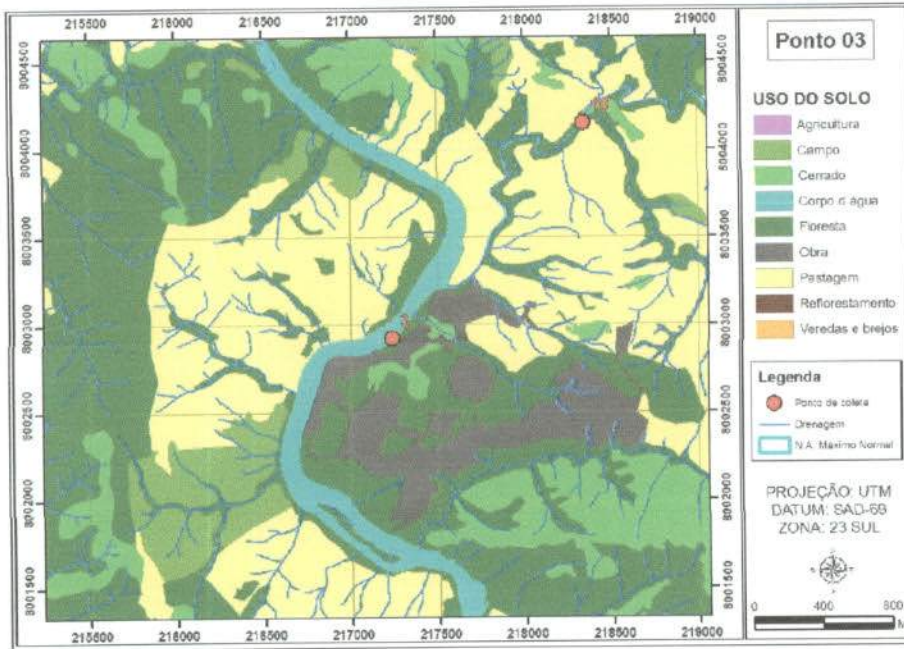
EMBRANCO

IBAMA/CODIGEO
 Proc.: 096120
 Pr.: 1178
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



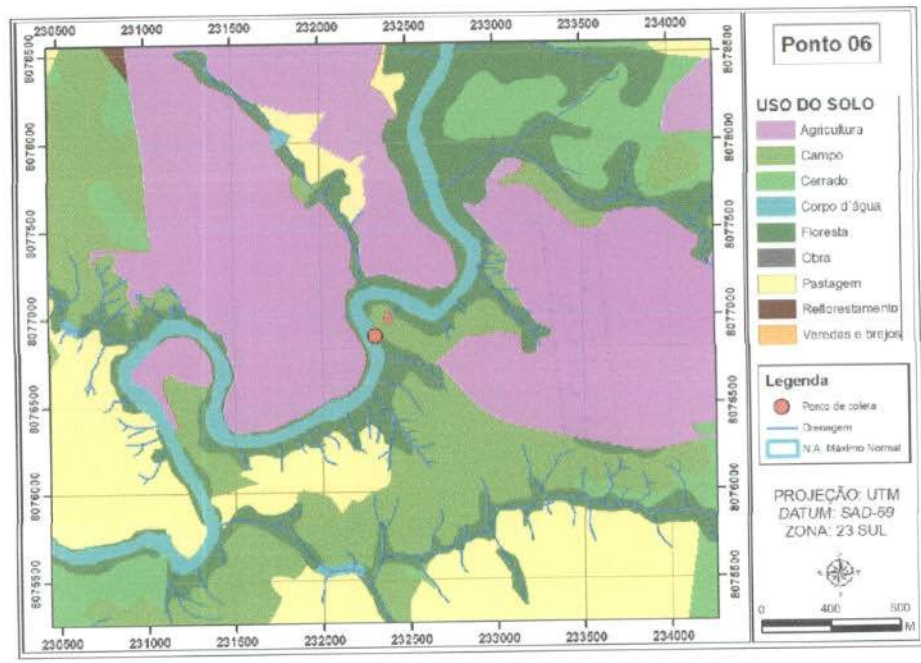
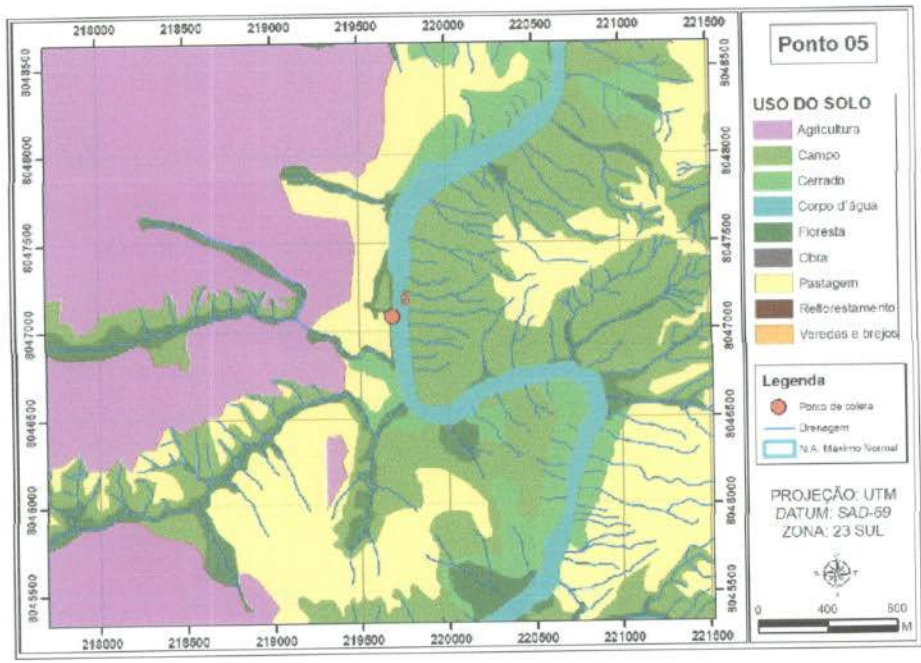
EM BRANCO

IBAMA/COADIGPO
 Proc.: 69660
 Fls.: 1179
 Rub.: AA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

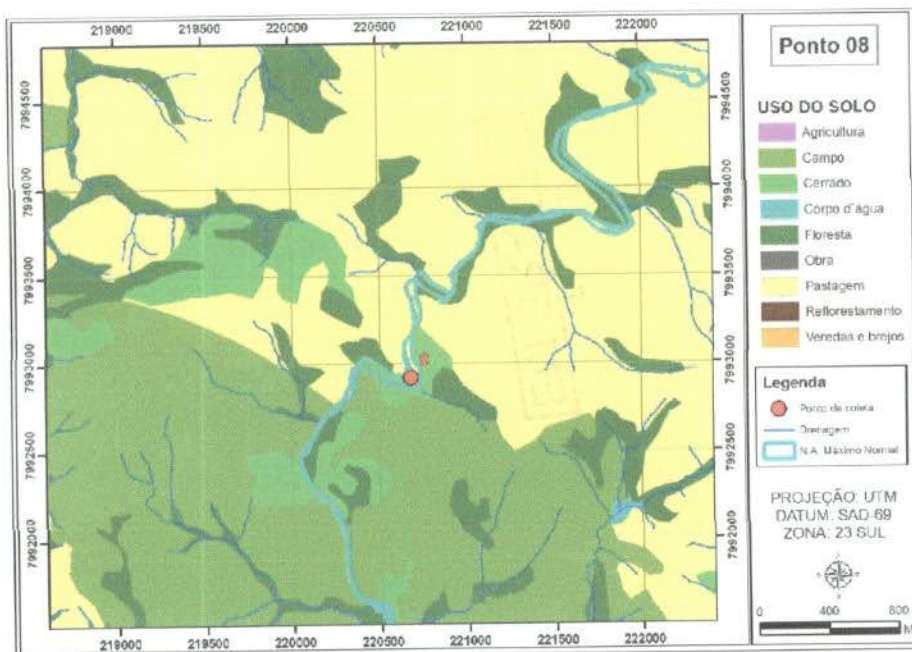
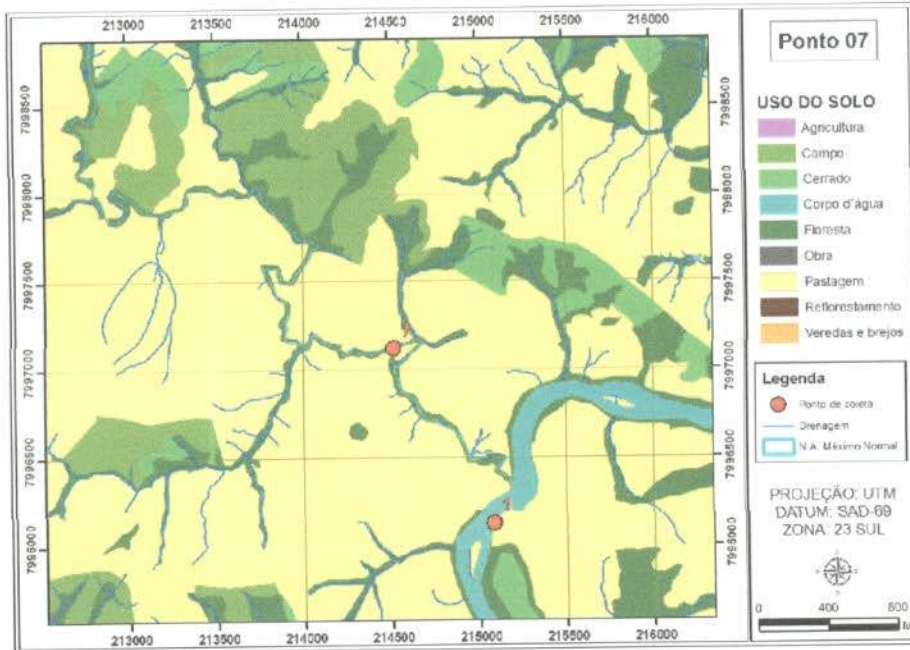


EM BRANCO

IBAMA/COAD/IGLO
 Proc.: 69060
 Fls.: 110
 Rub.:
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

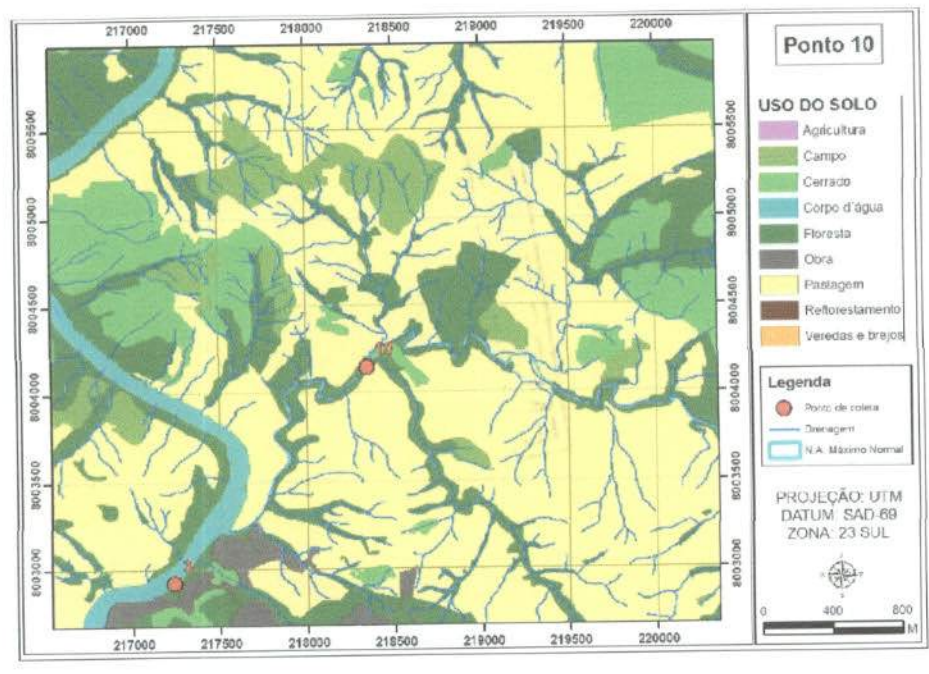
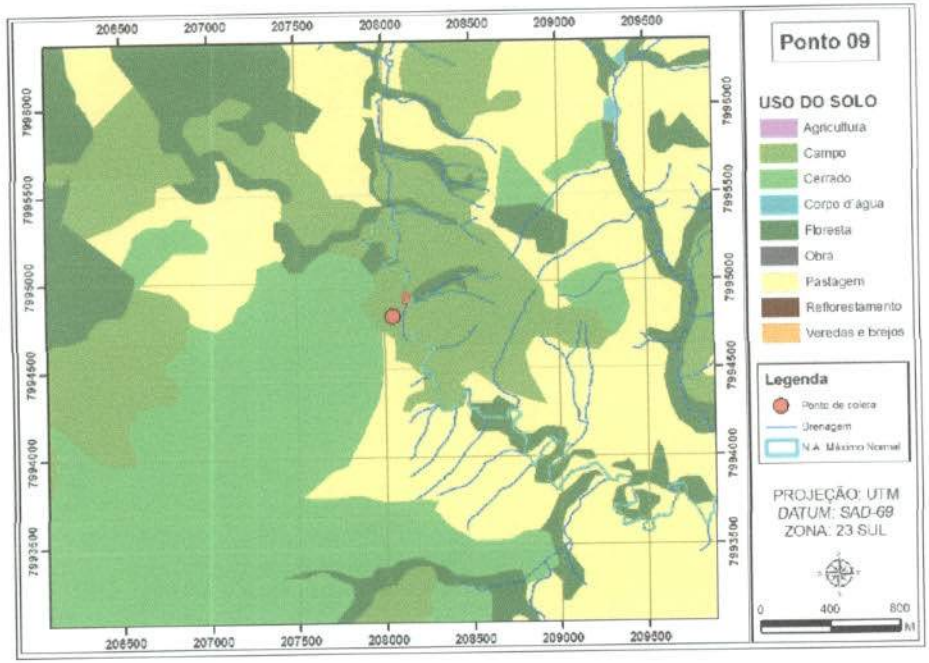


EM BRANCO



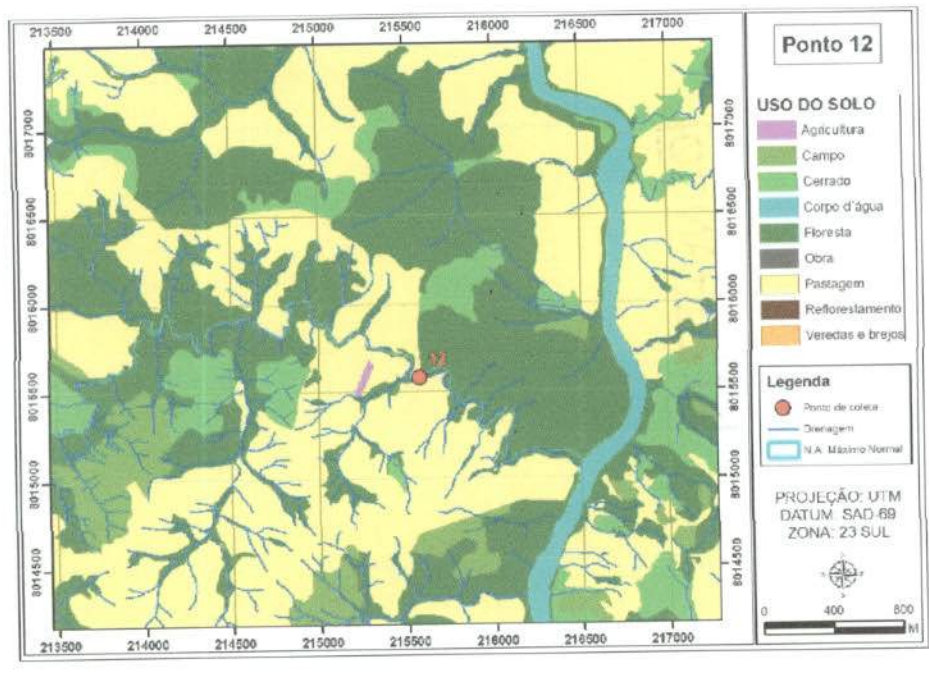
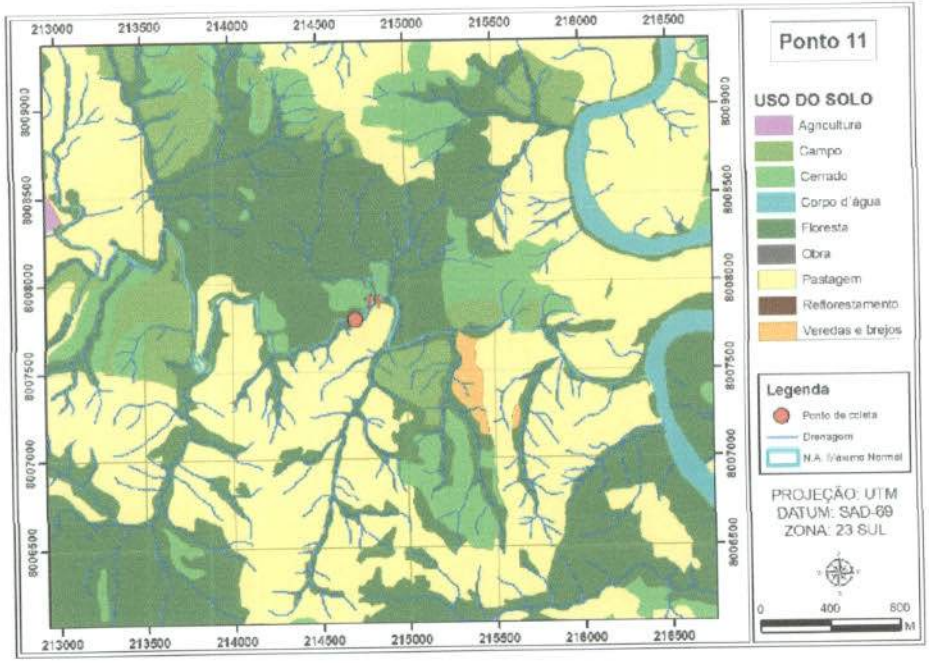
EM BRANCO

IBAMA/COAD/GER
 Proc.: 696120
 Fls.: 118
 Rub.:
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



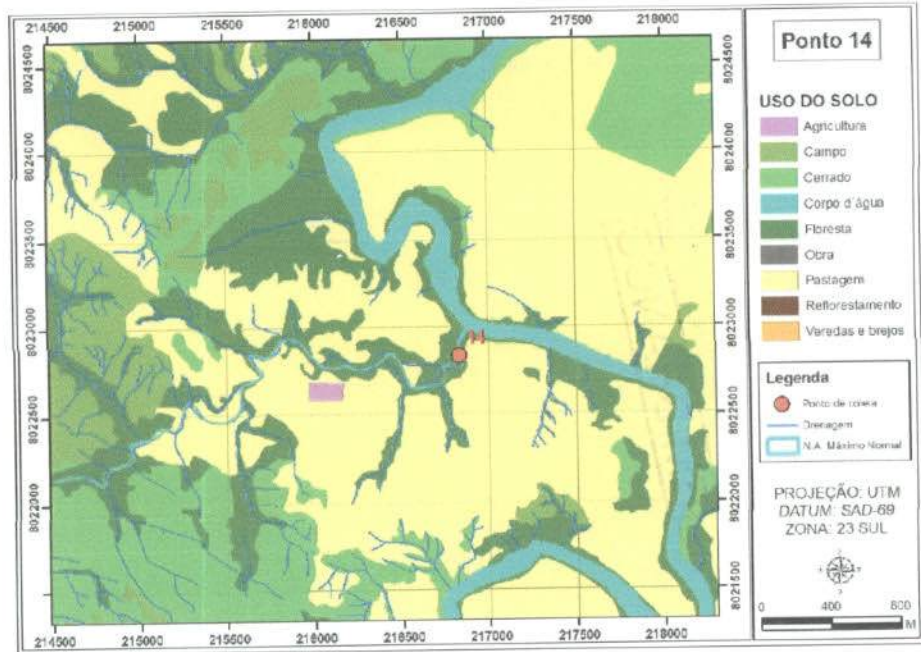
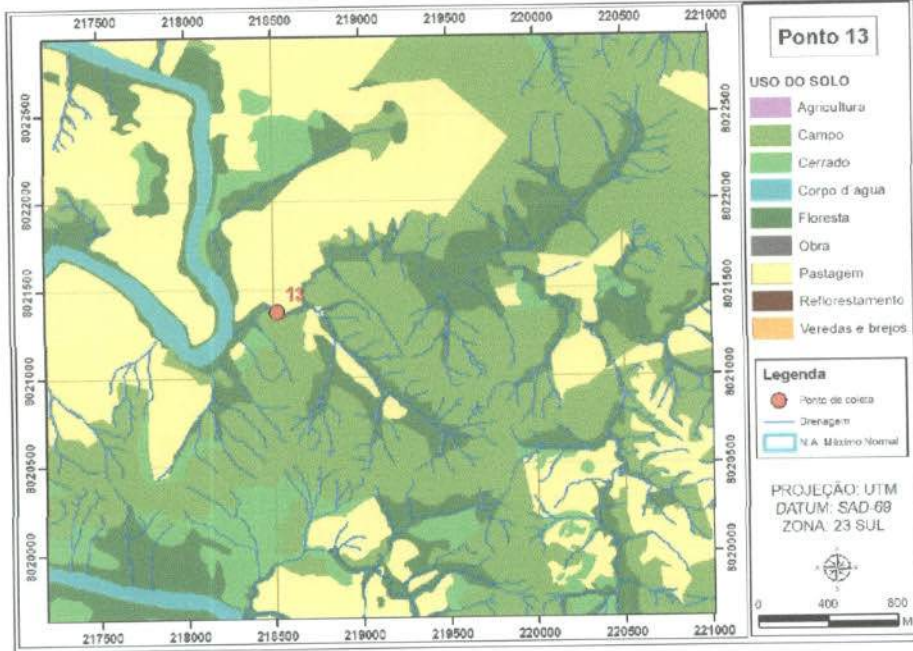
EM 88110

IBAMA/COADIGO
 Proc.: 65660
 Ps.: 1183
 Rub.: MMA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



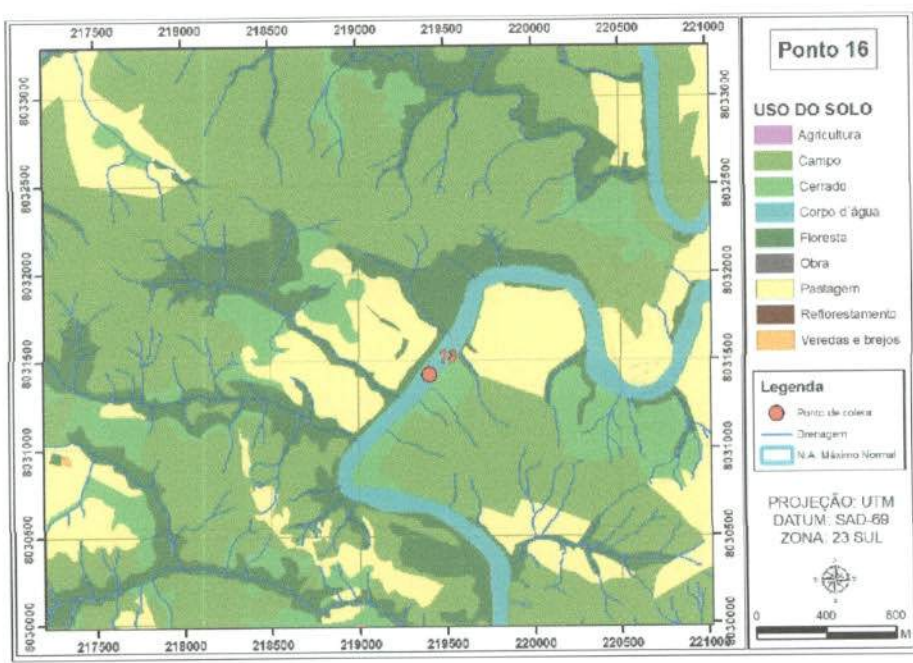
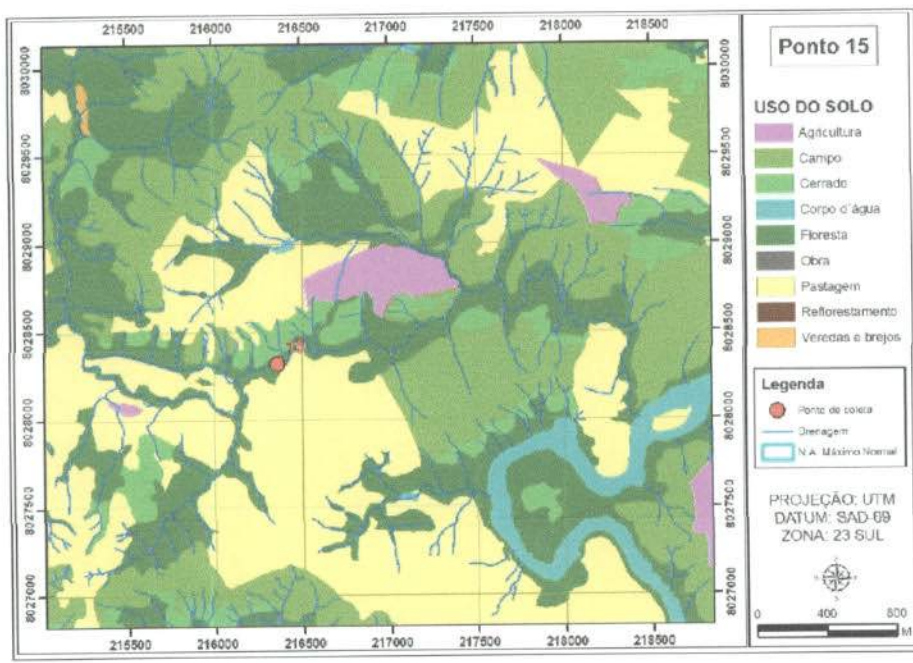
EM BRANCO

IBAMA/COAD/GO
 Proc.: 696100
 Fls.: 1184
 Rub.: *[assinatura]*
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO

PLANCOADIGO
 Proc.: 69660
 Fls.: 1185
 Rub.:
 Ministério do Meio Ambiente - 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
Cianetos	<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	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
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	0,011	<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	27,3	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



EM BRANÇO

ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Fação, 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	3	5	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
Amônio	<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	<0,005	<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	<0,0005	<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	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
Clorofila-a	<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	0,71	<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	0,243	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	0,02	<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	0,06	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	NMP/100ml	1100	18	Ausente	92	220	>16000	1400	330	20	Ausente	18	Ausente	Ausente	Ausente	120

IBAMA/COADINCO
 Proc.: 69660
 Pis.:
 Rub.:
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



ANEXO II. Resultado do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Fação, 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
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	<0,005	<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
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	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
Chumbo	µg/L	<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
Clorofila-a	µg/L	26	28	24	9	8	43	12	223	23	25	10	7	7	11	8
mg/L	44	68	15	8	17	12	38	14	1	13	17	9	6	9	17	17
Conductividade elétrica	mg PV/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
Cor	mg/L	0,5	4,6	0,6	0,1	1,2	1,2	0,1	0,3	0,3	0,5	2,5	1	0,9	3,3	4,7
Cromo	mg/L	1	7	1	1	2	5	1	3	7	4	4	2	5	6	11
DBO ₅	mg/L	16	10	12	8	6	18	8	80	8	10	8	10	6	8	6
DQO	mg/L	<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
Dureza	mg/L	0,98	1,53	0,09	0,07	0,22	0,66	0,3	0,05	0,09	0,09	0,14	0,09	0,15	0,24	0,24
Fenóis totais	mg/L	<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
Ferro	mg/L	0,0348	0,0382	0,0066	<0,001	0,0049	0,0038	0,0049	0,1239	0,0049	0,0055	<0,001	<0,001	<0,001	0,0149	0,0033
Fluoreto	mg/L	<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
Fósforo total	mg/L	7	5	4	9	11	8	4	3	2	5	5	3	2	2	4
Mangânês	mg/L	5	2	1	8	6	2	2	0	2	3	4	2	1	1	3
MST	mg/L	2	3	3	1	5	6	2	3	0	2	1	1	1	1	1
MSO	mg/L	2	3	3	1	5	6	2	3	0	2	1	1	1	1	1
MSI	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
Mercurio	mg/L	0,67	0,72	0,29	0,44	0,32	0,38	0,26	0,24	0,28	0,29	0,27	0,44	0,35	0,38	0,47
NTK	mg/L	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrato	mg/L	0,006	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003
Nitrito	mg/L	0,37	0,52	0,09	0,04	0,12	0,03	0,06	0,04	0,08	0,09	0,07	0,04	0,05	0,08	0,07
Nitrogênio amoniacal	mg/L	V.A.	V.A.	0,8	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	0,9	2,0	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Óleos e graxas	mg/L	0,0271	0,0315	<0,001	<0,001	0,0027	<0,001	<0,001	0,1201	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0022	<0,001
Orto-fosfato	mg/L	6,9	6,2	5,4	5,6	6,9	6,5	6,9	5,8	5,3	5,3	4,6	5,7	5,9	4,5	4,9
Oxigênio dissolvido	mg/L	7,1	6,9	7,2	7,3	8	7,5	7,7	7,8	7,3	7	7,1	7,1	7,4	7,2	7,6
pH	°C	29	28	31	33	29	27	30	31	31	30	32	32	31	29	27
Temperatura ambiente	°C	27	26	29	30	27	26,7	28	29	29	28	30	30	29,4	29	26
Temperatura da água	NTU	20	20,9	3,4	1,7	17,1	14,1	6,7	5	3	4	2,4	1,7	1,9	2,6	3,7
Turbidez	mg/L	13	13	12	5	4	24	7	112	11	12	5	4	4	4	4
STD	mg/L	1	2	1	1	1	<1,0	<1,0	5	<1,0	1	1	1	1	1	1
Sulfato	mg/L	<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	mg/L	0,0136	0,0184	0,0042	0,0079	<0,0001	0,0061	0,0062	0,0034	0,066	<0,0001	0,0072	0,007	0,0054	0,0093	<0,0001
Zinco	mg/L	2800	3500	170	220	9200	16000	2400	2200	>16000	2800	9200	2800	4700	220	9200
Coliformes totais	NMP/100ml	700	940	Ausente	Ausente	790	310	330	170	460	45	9200	20	20	20	20
Coliformes fecais	NMP/100ml	700	940	Ausente	Ausente	790	310	330	170	460	45	9200	20	20	20	20

IBAMA/COAD/GO
 Proc.: 696/09
 1188
 MMA
 Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO

ISAMA/COADIGP
Proc.: 696/10
Pr: 1189
Rub: 11
Ministério do Meio Ambiente - MMA

RECEBUE

EM BRANCO

ANEXO 05 CERTIFICADOS DE ANÁLISES LABORATORIAIS



5. Relatório Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Serra do Facão – Março 2010.

6. Relatório Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Serra do Facão – Abril 2010

1-11-1954

EMBRANCO



ANEXO 05 CERTIFICADOS DE ANÁLISES LABORATORIAIS



**5. Relatório Monitoramento Limnológico e da
Qualidade da Água do Reservatório da UHE Serra do
Facão – Março 2010**

EM BRITAIN



UHE SERRA DO FACÃO

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

Relatório Técnico Referente ao Mês de Março de 2009

Fase de Enchimento

Junho / 2010

EM DIVINDO

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 Livia 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	27
5.3. Toxicidade crônica da água para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	28
5.4. Índice de Qualidade da Água (IQA)	29
5.5. Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA)	31
5.6. Parâmetros biológicos	34
5.6.1. Fitoplâncton	34
5.6.2. Zooplâncton	48
5.6.3. Zoobentos	61
5.6.4. Macrófitas aquáticas	65
6. Considerações finais	66
7. Referências	70
ANEXO I - Resultados do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, em dezembro de 2009, janeiro, fevereiro e março de 2010.	73



EM BRANCA

1. Introdução

Este relatório técnico apresenta os resultados obtidos na quarta 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.

IBAMA/COADIGO
Proc.: 69610
Fls.: 1195
Rub.:
MMA

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 com 87 metros de altura máxima, demandou a construção de um túnel de desvio de 292 metros de extensão. O eixo da barragem tem 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 abrange 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 1 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.



EM BRANCO

EM BRANCO

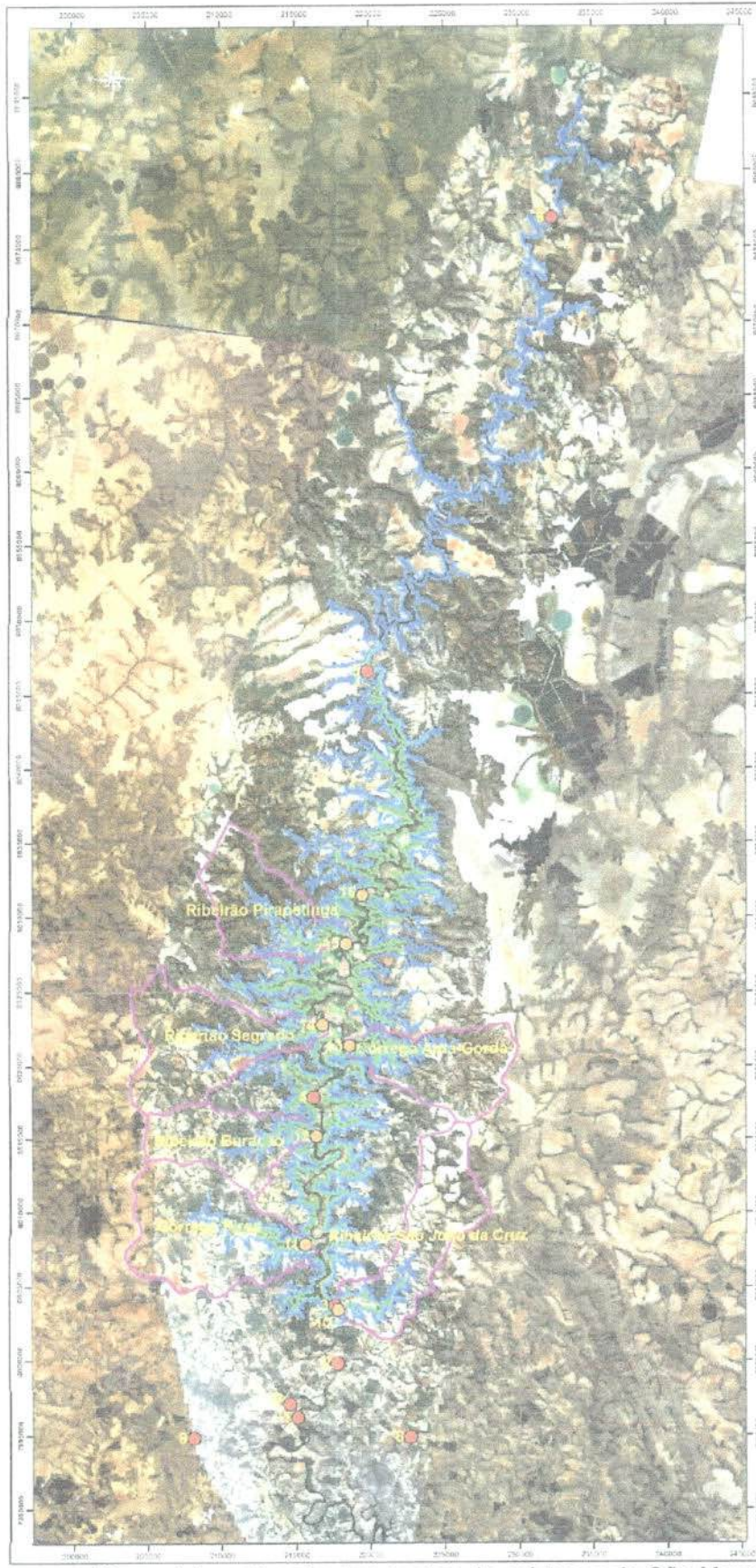


Tabela 1. Localização dos pontos de coleta (UTM).

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, córrego São Domingos (conhecido como Taquara), cerca de 100 metros a montante de sua foz no rio São	8076866	232252
7	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



**LOCALIZAÇÃO DOS
PONTOS DE
MONITORAMENTO
DE ÁGUA**

IBAMA/COAD/GB
Proc.: 696/W
Fls.: 1198
Rub.:
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - MMA

- 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

COP nº	X	Y	Localização
1	205000	852500	km 00 - 01
2	205000	852500	km 00 - 01
3	205000	852500	km 00 - 01
4	205000	852500	km 00 - 01
5	205000	852500	km 00 - 01
6	205000	852500	km 00 - 01
7	205000	852500	km 00 - 01
8	205000	852500	km 00 - 01
9	205000	852500	km 00 - 01
10	205000	852500	km 00 - 01
11	205000	852500	km 00 - 01
12	205000	852500	km 00 - 01
13	205000	852500	km 00 - 01
14	205000	852500	km 00 - 01
15	205000	852500	km 00 - 01
16	205000	852500	km 00 - 01
17	205000	852500	km 00 - 01
18	205000	852500	km 00 - 01
19	205000	852500	km 00 - 01
20	205000	852500	km 00 - 01



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.

EM 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-Cl B, Standard Methods).



EM BRAND



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 orto-fosfato (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

- 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



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 N^o 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

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).



EM BRANCO



5. Resultados

5.1. Variáveis abióticas

Em março de 2010, a temperatura média do ar durante os trabalhos de campo foi igual a 31,3°C (Figura 2A). Os valores da temperatura da água variaram entre 24,2°C e 29,1°C (Figura 2B). Em média, esses valores foram inferiores àqueles mensurados em fevereiro de 2010 (valores médios iguais a 25,2°C em dezembro de 2009; 26,9°C em janeiro de 2010; 28,06°C em fevereiro e 27,3°C em março) (Figura 2B).

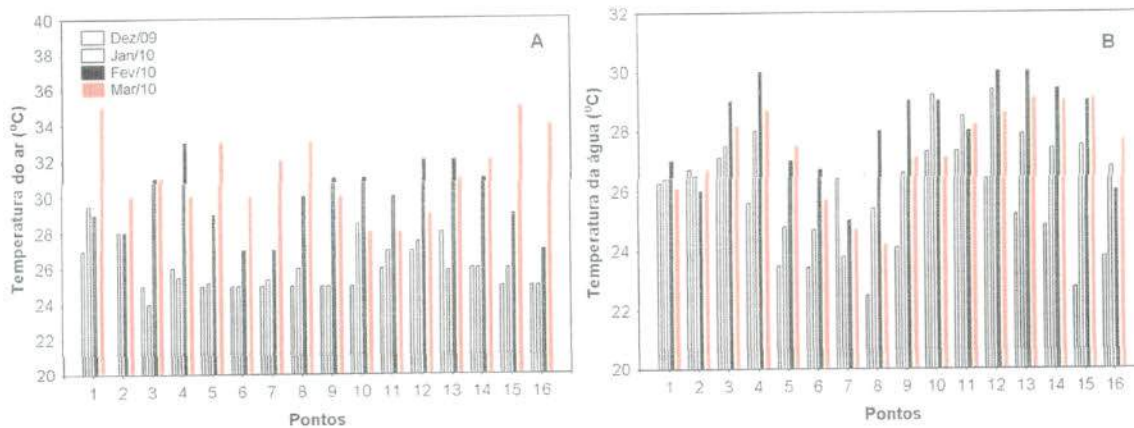


Figura 2. Valores de temperatura ambiente (A) e temperatura da água (B) na área de influência do AHE Serra do Facão, mensurados entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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, entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010, durante o início do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, houve redução nas concentrações de oxigênio dissolvido (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

IBAMA/COAD/GO
Proc: 096/10
Fl: 1205
Ass: [assinatura]
Núcleo de Meio Ambiente - MMA



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 era esperado, tendo em vista que durante o enchimento do reservatório ocorre a decomposição da matéria orgânica inundada, resultando em menores concentrações de oxigênio dissolvido.



No entanto, em março de 2010, houve um acréscimo nas concentrações desse gás (média igual a 6,45 mg/L), que variou entre 4,0 mg/L (ponto 15 – ribeirão Pirapetinga) e 8,5 mg/L (ponto 8 – rio São Bento) (Figura 3). Assim, nesse mês, o ponto 4 (rio São Marcos) e o ponto 15 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 fevereiro de 2010, o ponto 15 (ribeirão Pirapetinga) também apresentou a menor concentração desse gás.

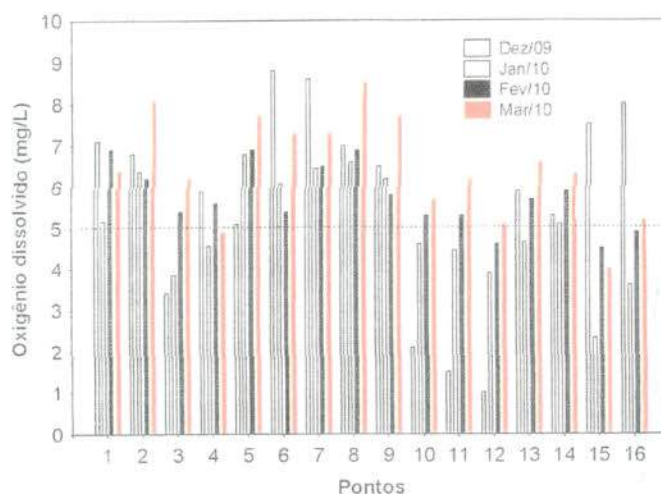


Figura 3. Concentrações de oxigênio dissolvido mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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. O aumento da turbidez da água pode comprometer, direta ou diretamente, 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

EM BRANCO



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.

696110
WOF
AA
CONAMA/COAD/GO
Ministério do Meio Ambiente - MMA

Em março de 2010, os valores de turbidez variaram entre 1,16 NTU e 146 NTU (ponto 8 – rio São Bento) (Figura 4A). Nesse mês, somente o ponto 8 apresentou valor de turbidez superior ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU). 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.

De maneira similar, a maior parte dos pontos monitorados em março de 2010 apresentou valores de cor inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (75 mg Pt/L), com exceção somente dos pontos 1, 2 e 8 (Figura 4B). Em março, tais valores variaram entre 12 mg Pt/L e 152 mg Pt/L (ponto 1 – rio São Marcos, jusante da barragem). Durante o enchimento do reservatório, o ponto 7 (córrego São Domingos) também apresentou valor de cor superior a 75 mg Pt/L em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

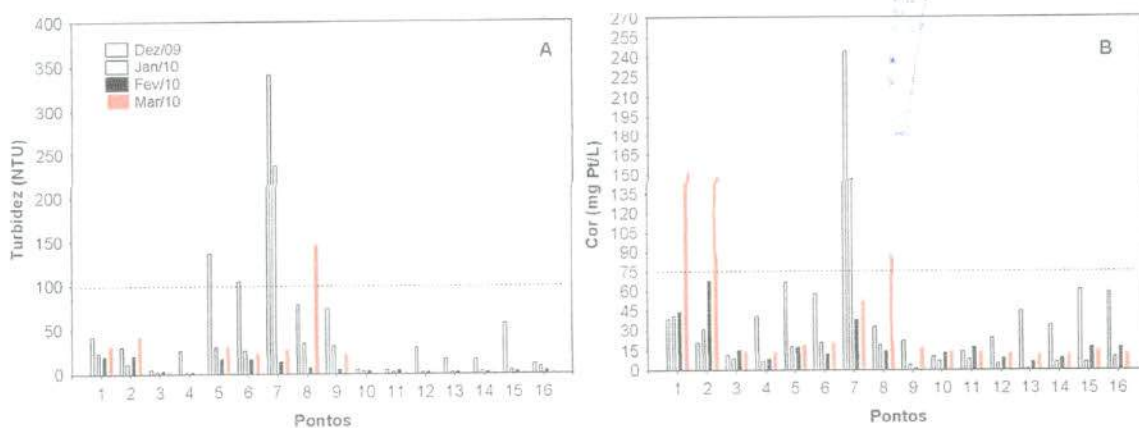


Figura 4. Valores de turbidez (A) e cor (B) mensurados entre dezembro de 2009 e março de 2010.

Em março, as concentrações de material em suspensão total variaram entre 3,0 mg/L (ponto 11 – ribeirão Pires) e 86 mg/L (ponto 8 – rio São Bento) (Figura 5A). Em média, durante o período de enchimento, as menores

EM BRANCO



concentrações de material em suspensão foram mensuradas em fevereiro e março de 2010 (valores médios iguais a 90,6 mg/L em dezembro de 2009; 26,43 mg/L em janeiro de 2010; 5,31 mg/L em fevereiro e 18,6 mg/L em março). Além disso, nesse mês, a maior fração de material em suspensão foi de origem inorgânica (valores médios iguais a 6,31 mg/L de material em suspensão orgânico e 12,3 mg/L de material em suspensão inorgânico) (Figuras 5B e 5C).

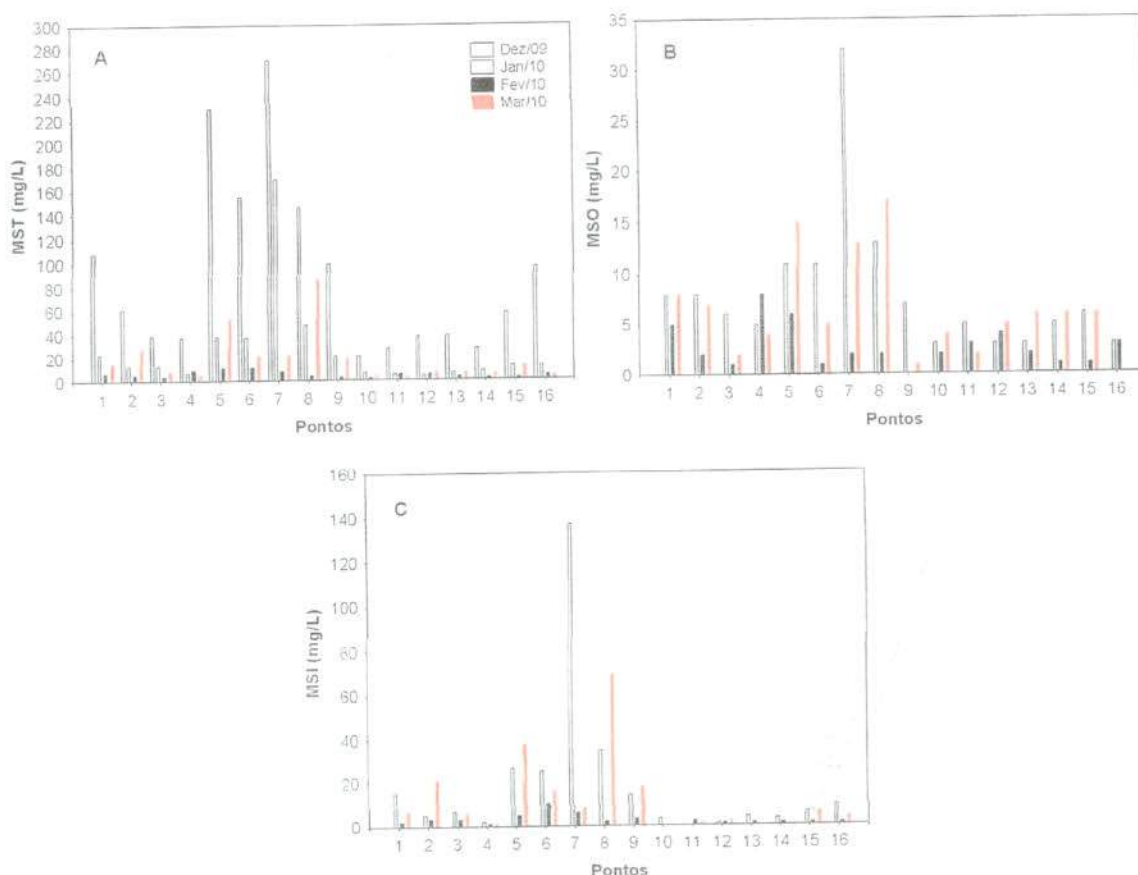


Figura 5. Concentrações de material em suspensão total (MST; A), material em suspensão orgânico (MSO; B) e material em suspensão inorgânico (MSI; C), mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

pH, condutividade elétrica, STD, dureza e alcalinidade

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

EM BRANCO



Nº: 69660
 do: 1209
 Rubr:
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

observado na maior parte dos pontos de coleta durante o enchimento do reservatório.

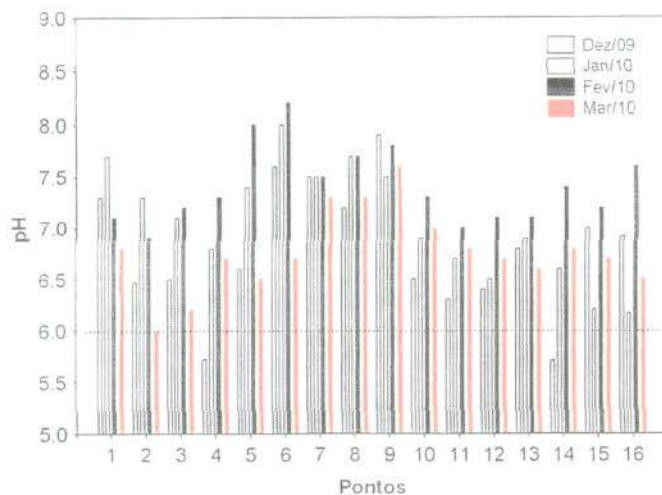


Figura 6. Valores de pH obtidos entre dezembro de 2009 e março de 2010.

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 7,0 $\mu\text{S/cm}$ (ponto 5 – rio São Marcos) e 179 $\mu\text{S/cm}$ (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 7A). Entre julho de 2007 e março 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 reservatório (valores médios iguais a 25,75 $\mu\text{S/cm}$ em dezembro de 2009; 25,06 $\mu\text{S/cm}$ em janeiro de 2010; 29,56 $\mu\text{S/cm}$ em fevereiro e 28,62 $\mu\text{S/cm}$ em março).

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; 14,87 mg/L em fevereiro e 14,75 mg/L em março) (Figura 7B). 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). Em março, a maior concentração (89 mg/L) foi mensurada no ponto 9 (córrego Fundo).

EM BRANCO

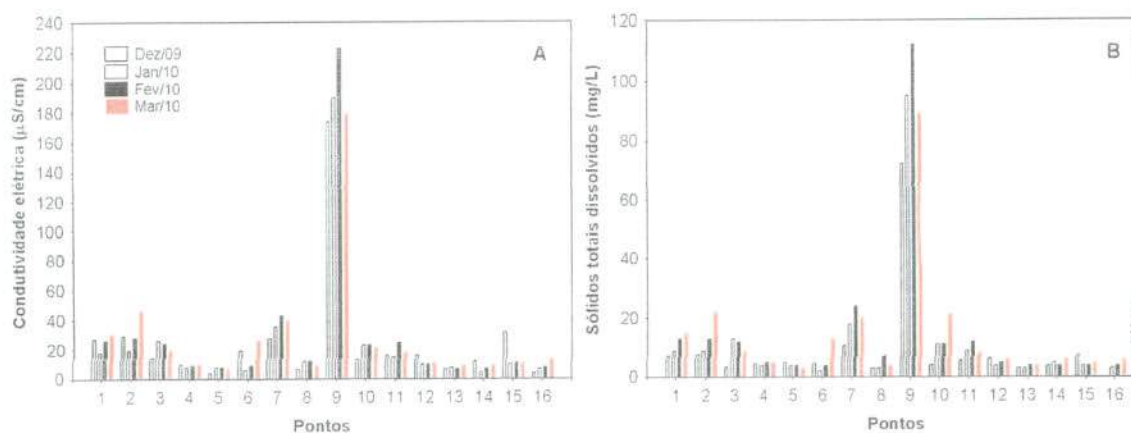


Figura 7. Valores de condutividade elétrica (A) e sólidos totais dissolvidos (STD; B) obtidos entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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 março de 2010, os valores de dureza variaram entre 4,0 mg/L e 66 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 8A). Assim, o trecho monitorado pode ser classificado como apresentando águas moles. Em média, tais valores foram similares àqueles registrados em janeiro e fevereiro de 2010 (média igual a 14,87 mg/L em janeiro; 13,87 mg/L em fevereiro e 11,5 mg/L em março 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). Nesse mês, tais valores foram similares àqueles frequentemente obtidos no trecho monitorado (média igual a 14,93 mg/L) Nesse mês, tais valores variaram entre 5,0 mg/L e 76 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 8B).

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

IBRAM/COADIGO
 FLS: 10600
 Rub: [assinatura]
 Instituto do Meio Ambiente - MMA
 IBRAM/COADIGO
 FLS: 69610
 Rub: 1210
 [assinatura]
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



IBAMA/COAD/9010
 Proc.: 696/10
 DU
 Rub.: AA
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

alcalinidade, indicando a elevada concentração de íons nesse ambiente, principalmente, íons carbonato e bicarbonato.

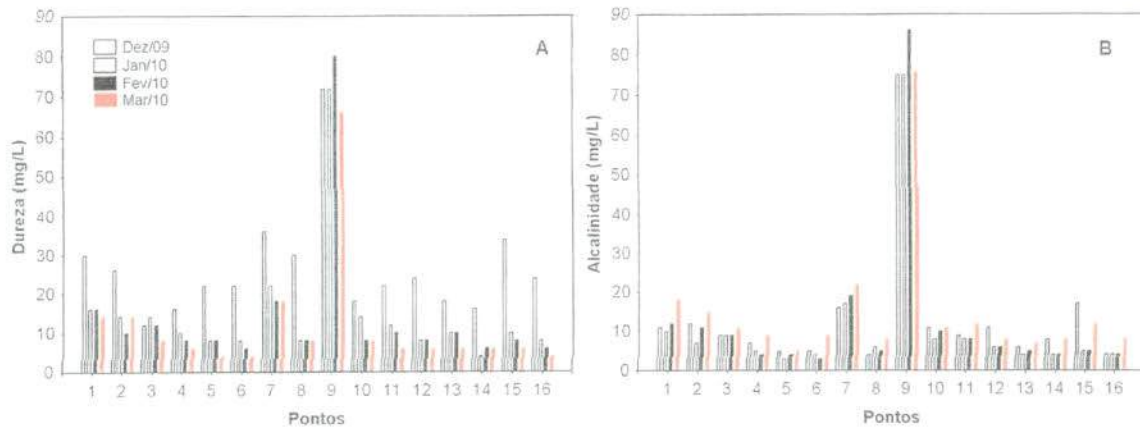


Figura 8. Valores de dureza total (A) e alcalinidade (B) obtidos entre dezembro de 2009 e março de 2010.

Cloreto, sulfato, fluoreto, fenóis totais

Em março, a maior parte dos pontos monitorados apresentou concentrações de cloreto inferiores ao limite de detecção do método (< 0,5 mg/L), com exceção somente do ponto 9 (córrego Fundo; 7,0 mg/L) (Figura 9A). 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). De maneira similar, entre julho de 2007 e março 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 9B). Em março, a maior concentração (12 mg/L) foi detectada no ponto 2 (rio São Marcos, jusante da barragem). Considerando a variabilidade espacial, foi possível observar similaridade nas concentrações de sulfato entre os pontos de coleta.

Os fluoretos podem ocorrer naturalmente associados quimicamente ao magnésio ou ao alumínio, principalmente nos rios, formando complexos. As concentrações de fluoreto mensuradas em março variaram entre valores inferiores a 0,01 mg/L (limite de detecção do método) e 0,76 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 9C). De maneira geral, ao longo de todo o período

EM BRANCO

monitorado, as concentrações de fluoreto sempre foram inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA (1,4 mg/L).

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 março de 2010, a maior concentração de fenóis (0,024 mg/L) foi detectada no ponto 5 (rio São Marcos, próximo à travessia da balsa Manoel Souto). Ao contrário do observado em meses anteriores, nesse mês os pontos 1, 2, 5, 9 e 10 apresentaram valores superiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,003 mg/L).

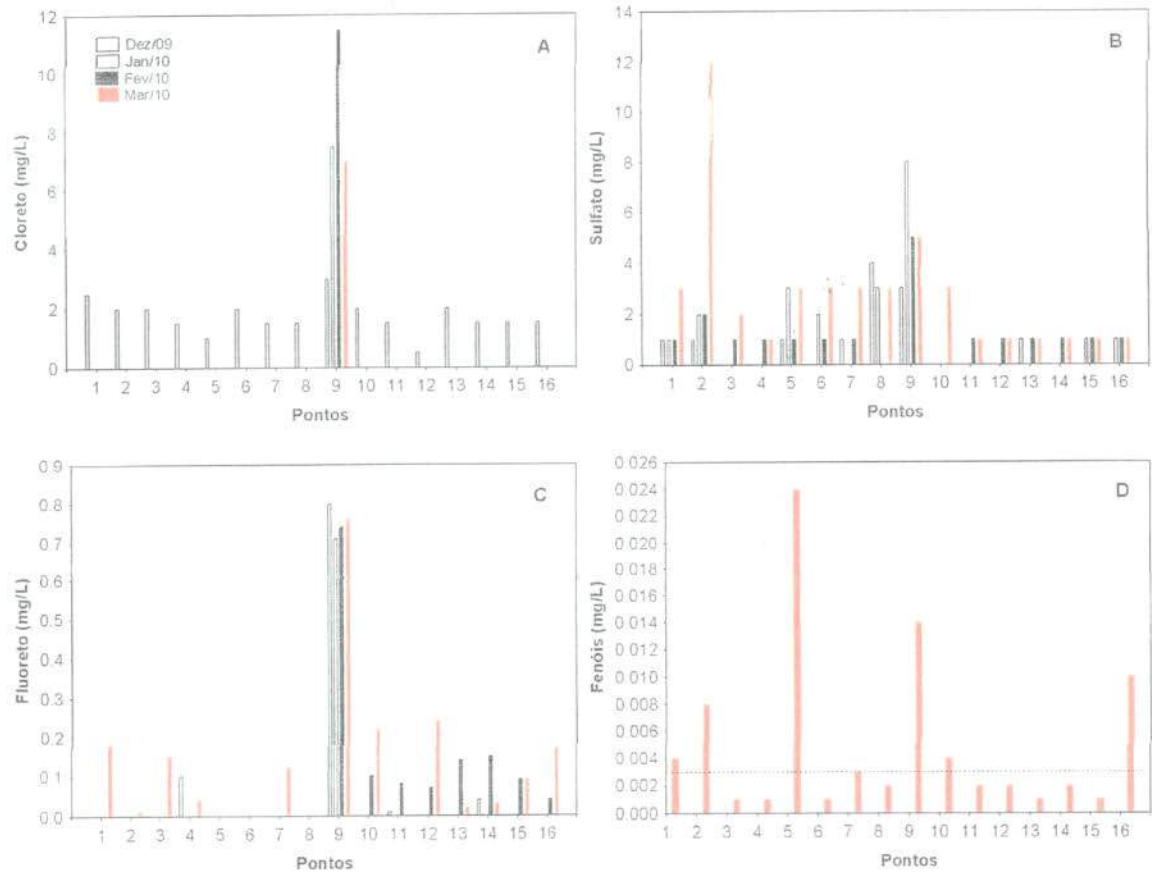


Figura 9. Concentrações de cloreto (A), sulfato (B), fluoreto (C) e fenóis (D) obtidas entre dezembro de 2009 e março de 2010.



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 março de 2010, as concentrações de ferro total variaram entre 0,06 mg/L (ponto 4 – rio São Marcos) e 2,9 mg/L (ponto 1 – rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 10A). Em média, tais concentrações foram similares àquelas registradas em outros meses de monitoramento, como em junho e outubro de 2009 (média igual a 0,50 mg/L). Ressalta-se que, durante o enchimento do reservatório, houve um acréscimo nas concentrações de ferro nos pontos 1 e 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) no mês de março.

Assim como observado em meses anteriores, em março, as concentrações de manganês foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,1 mg/L), tendo em vista que todos os locais apresentaram concentrações inferiores a 0,01 mg/L (limite de detecção do método) (Figura 10B). Durante o enchimento do reservatório, todos os locais apresentaram concentrações de manganês inferiores ao referido limite.

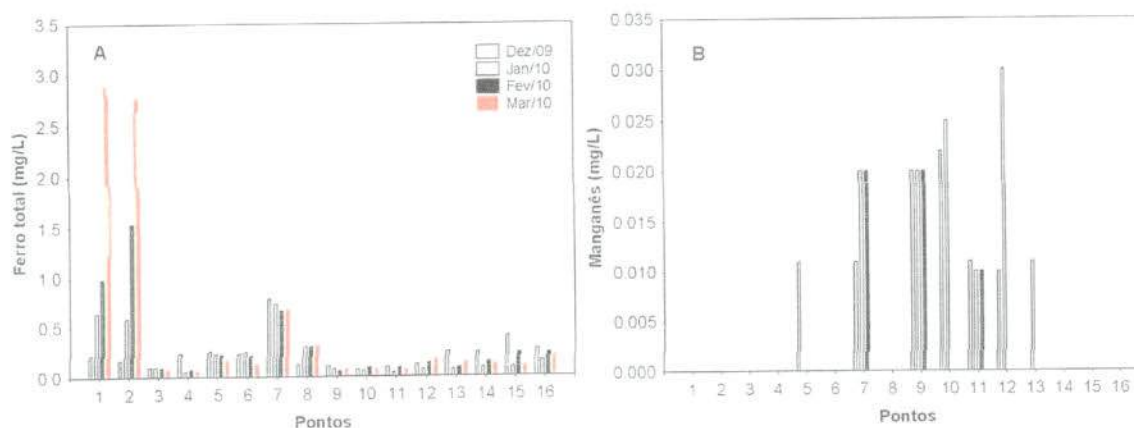


Figura 10. Concentrações de ferro total (A) e manganês (B) mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

ICAMA/COADIGd
Proc: 696/10
12/3
AA
do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



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 março de 2010, a maior concentração de orto-fosfato (0,175 mg/L) foi mensurada no córrego Fundo (ponto 9) (Figura 11A). As concentrações de fósforo total, que abrange a porção dissolvida e particulada de fósforo, variaram entre valores inferiores a 0,001 mg/L e 0,21 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 11B). Considerando a Resolução CONAMA nº 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 março, os pontos 2 (rio São Marcos, jusante da barragem), 8 (rio São Bento) e 9 (córrego Fundo) apresentaram concentrações de fósforo total superiores ao referido limite. Em dezembro de 2009, janeiro e fevereiro de 2010, o ponto 9 também apresentou elevada concentração desse nutriente.

Considerando o período de enchimento do reservatório, foi possível observar um acréscimo nas concentrações de fósforo total principalmente em dezembro de 2009 e janeiro de 2010. No entanto, essas elevadas concentrações não podem ser consideradas uma consequência direta do processo de enchimento, tendo em vista que nesses meses também são maiores os níveis de precipitação pluviométrica na região, onde ocorre maior escoamento superficial do ambiente terrestre para o sistema aquático, com o consequente enriquecimento deste.



EM BRANCC



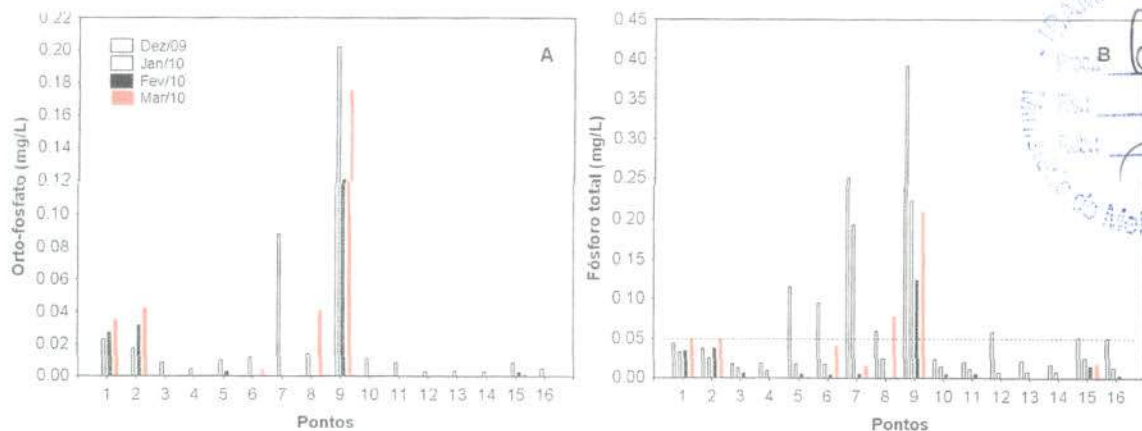


Figura 11. Concentrações de orto-fosfato (A) e fósforo total (B) mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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 março de 2010, as concentrações nitrogênio total Kjeldahl (NTK) variaram entre 0,33 mg/L e 1,34 mg/L (ponto 2 – rio São Marcos) (Figura 12A). Tais concentrações foram superiores àquelas mensuradas nos demais meses de enchimento (valores médios iguais a 0,41 mg/L em dezembro de 2009; 0,35 mg/L em janeiro de 2010; 0,38 mg/L em fevereiro e 0,58 mg/L em março). Além disso, nesse mês, houve um acréscimo nas concentrações de NTK, principalmente, nos pontos 1 e 2 (rio São Marcos, jusante da barragem).

Considerando as formas inorgânicas de nitrogênio, houve um acréscimo nas concentrações de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-) e nitrogênio amoniacal (NH_3) em março de 2010 (valores médios iguais a 0,42 mg/L; 0,0097 mg/L e 0,30 mg/L, respectivamente) (Figura 12B, C e D). Nesse mês, a maior concentração de nitrato (1,0 mg/L) foi registrada no ponto 1 (rio São Marcos, jusante da barragem), enquanto que a maior concentração de nitrito (0,014 mg/L) foi obtida no ponto 6 (rio São Marcos) e de nitrogênio amoniacal (0,94 mg/L) no

EM BRANCO



ponto 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 12). De maneira geral, nesse mês, deve-se destacar as elevadas concentrações de NTK, nitrato e nitrogênio amoniacal nos pontos 1 e 2 (rio São Marcos, jusante da barragem).

No entanto, mesmo considerando esse acréscimo, entre julho de 2007 e março 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.

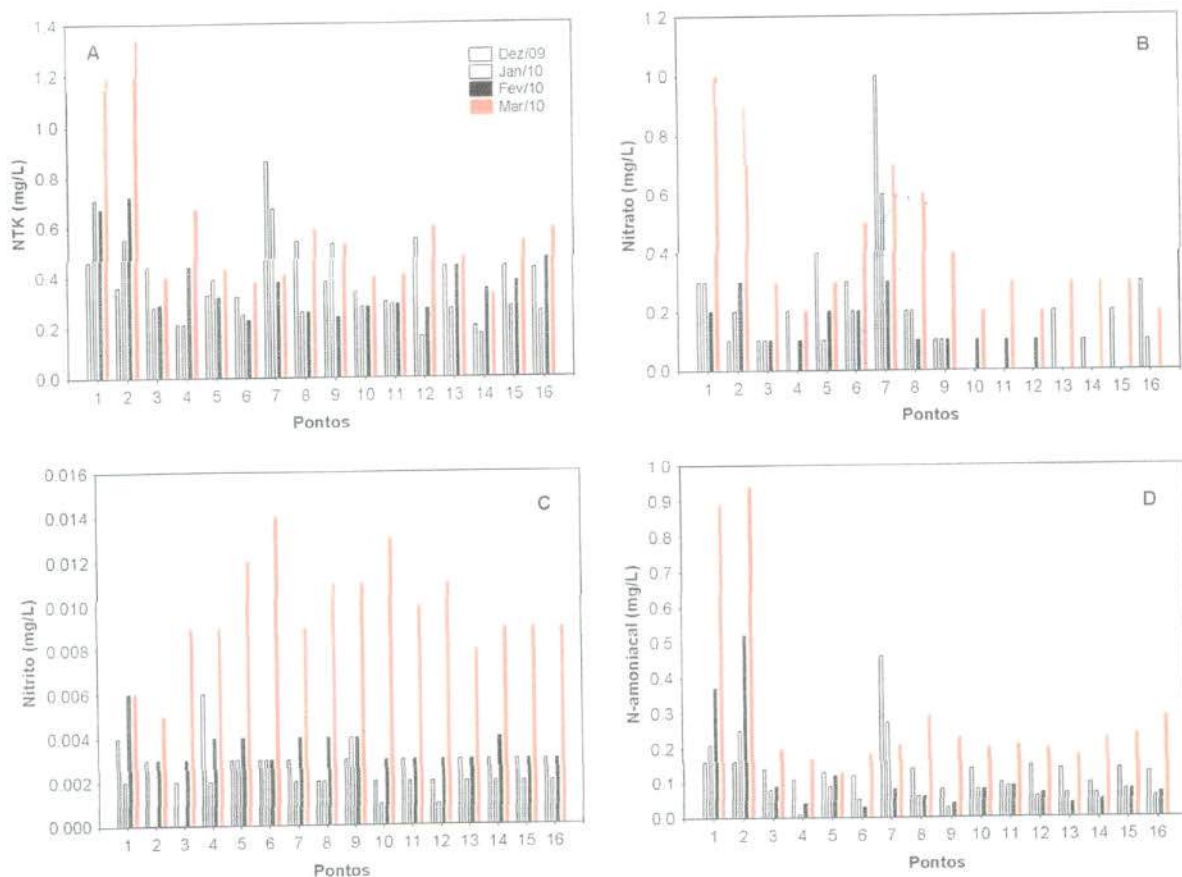


Figura 12. Concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK; A), nitrato (B), nitrito (C) e nitrogênio amoniacal (D) mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

EM BRANCO

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 março, as concentrações de clorofila-a variaram entre valores inferiores a 0,01 µg/L e 21,8 µg/L (ponto 6 – rio São Marcos) (Figura 13A). De maneira geral, entre julho de 2007 e março 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 em fevereiro de 2010, sendo superior ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (30 µg/L).

De maneira geral, desde o início do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, houve um acréscimo significativo nas concentrações de clorofila-a, comparando com os demais meses monitorados em 2009, por exemplo (valores médios iguais a 0,36 µg/L em fevereiro de 2009; 0,66 µg/L em abril; 0,38 µg/L em junho; 0,65 µg/L em agosto; 0,59 µg/L em outubro; 1,43 µg/L em dezembro; 8,43 µg/L em janeiro de 2010; 4,96 µg/L em fevereiro e 3,91 µg/L em março). Esse acréscimo pode ser explicado pelo menor tempo de residência da água e pelo incremento de alguns nutrientes como, por exemplo, o acréscimo de fósforo que ocorreu no trecho monitorado em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

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 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 março, a concentração de feofitina variou entre 2,95 µg/L e 41,6 µg/L, sendo superior aos demais meses monitorados durante o enchimento do reservatório (Figura 13B).

69640
177
MMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



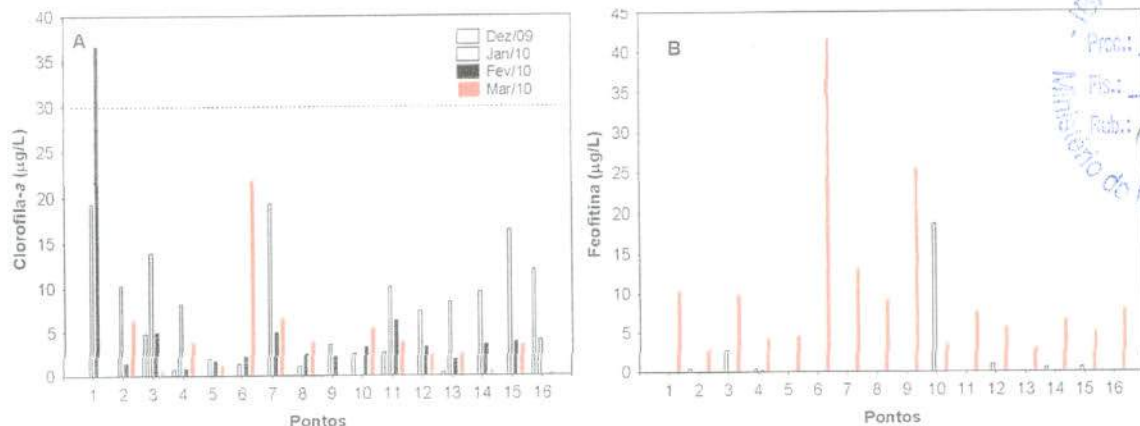


Figura 13. Concentrações de clorofila-a (A) e feofitina (B) mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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 março de 2010, os valores de DBO₅ variaram entre 0,5 mg/L e 4,5 mg/L (pontos 7 – córrego São Domingos) (Figura 14A). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de DBO₅ inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (5,0 mg/L), assim como observado nos demais meses de enchimento do reservatório. De fato, o trecho monitorado na área de influência do AHE Serra do Facão freqüentemente apresenta baixos valores de DBO₅. Concentrações superiores a 5,0 foram detectadas somente em dezembro de 2007, nos pontos 1 e 2.

As concentrações de DQO variaram entre 17 mg/L e 59 mg/L (pontos 3 e 12 - rio São Marcos próximo à barragem e ribeirão Buracão, respectivamente) (Figura 14B). De maneira geral, tais valores foram superiores

EM BRANCO

àqueles registrados nos demais meses de monitoramento, refletindo, provavelmente, as alterações limnológicas ocorridas durante o período de enchimento do reservatório.

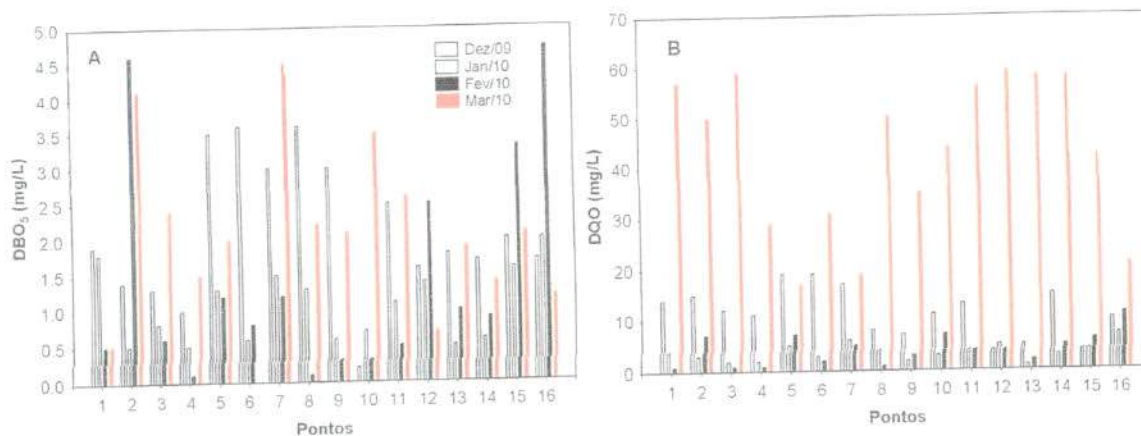


Figura 14. Valores de DBO₅ (A) e DQO (B) mensurados entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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 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 março, 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 (7,3 mg/L) foi detectada no ponto 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 15).

EM BRANDS

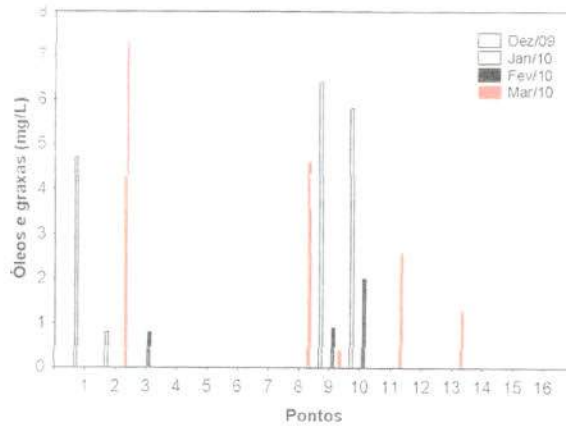


Figura 15. Concentrações de óleos e graxas mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

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 março 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.

Em março de 2010, as concentrações de alumínio (<0,1 mg/L), cádmio (<0,0001 mg/L), chumbo (<0,0005 mg/L), cobre (<0,0001 mg/L), cromo (<0,0001 mg/L), mercúrio (<0,0001 mg/L), níquel (<0,0001 mg/L) e urânio (<0,001 mg/L) foram abaixo do limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Tabela 2). As concentrações de zinco também foram inferiores ao limite estabelecido pela referida resolução (0,18 mg/L). Resultados similares foram obtidos nos meses anteriores de monitoramento limnológico. Assim, o processo de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão não afetou as concentrações de metais pesados na água, no trecho monitorado.

MEM BRANC

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

IBAMA/CODIGO
 Proc: 696/10
 Res: 1221
 Rub: [assinatura]
 Meio Ambiente - MMA

Pontos	Alumínio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Urânio	Zinco
P1	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0308
P2	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,035
P3	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0345
P4	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,023
P5	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0274
P6	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0462
P7	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0234
P8	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0376
P9	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0237
P10	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0363
P11	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,036
P12	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0364
P13	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0321
P14	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0524
P15	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0295
P16	<0,1	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0517
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 março de 2010, a densidade de coliformes totais variou entre ausência (ponto 10 – rio São João da Cruz) e >16000 NMP/100ml (ponto 8 - rio São Bento) (Figura 16A). A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre ausência (grande parte dos pontos monitorados) e >16000 NMP/100ml (ponto 8) (Figura 16B). Assim, nesse mês, somente os pontos 7 (córrego São Domingos) e 8 (rio São Bento) apresentaram valores de densidade de coliformes fecais superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para águas de classe 2 (1000 NMP/100ml).

EM BRANCO

De maneira geral, entre julho de 2007 e março de 2010, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) inferiores a 1000 NMP/100ml. Além disso, o processo de enchimento do reservatório não afetou a densidade de coliformes na água, tendo em vista que valores similares e/ou maiores foram obtidos em meses anteriores, durante a fase rio.

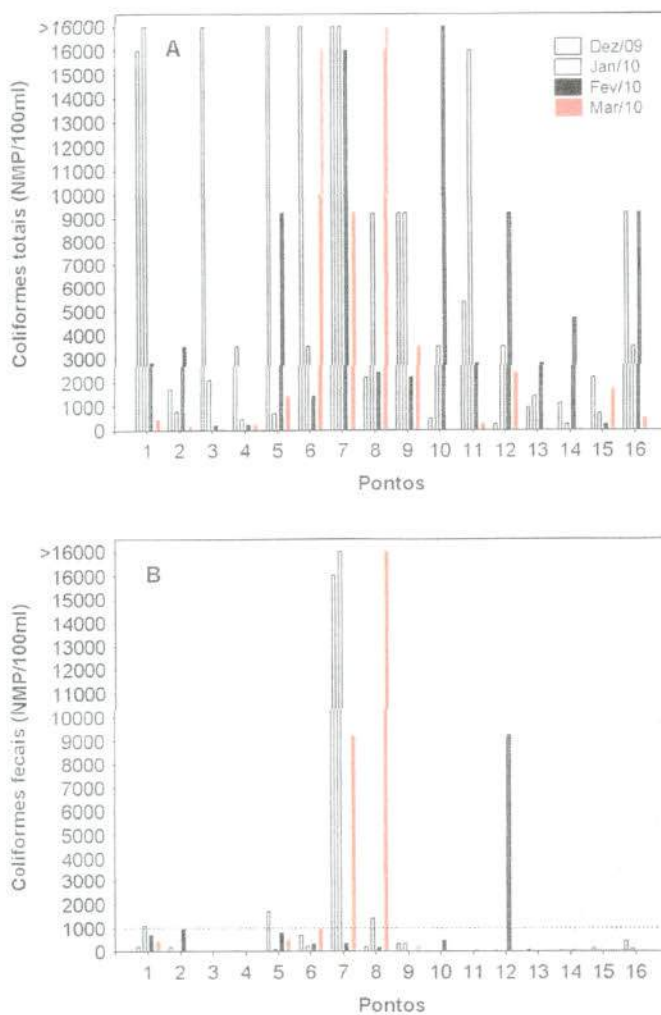


Figura 16. Densidades de coliformes totais (A) e fecais (termotolerantes; B) mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

5.3. Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*

Os resultados ecotoxicológicos, obtidos em março 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 e março de 2010.

Pontos	Fev/10 Toxicidade	Mar/10 Toxicidade
1	ausente	ausente
2	ausente	ausente
3	ausente	ausente
4	ausente	ausente
5	ausente	ausente
6	ausente	ausente
7	ausente	ausente
8	ausente	ausente
9	ausente	ausente
10	ausente	ausente
11	ausente	ausente
12	ausente	ausente
13	ausente	ausente
14	ausente	ausente
15	ausente	ausente
16	ausente	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 março 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 8 (rio São Bento), enquanto que os maiores valores foram obtidos nos pontos 13 e 14 (córrego Anta Gorda e ribeirão Segredo, respectivamente). Durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, os menores valores de IQA foram registrados em dezembro de 2009, tendo em vista que nesse mês, alguns locais de coleta apresentaram elevadas concentrações de fósforo total e baixas concentrações de oxigênio dissolvido (valores médios de IQA iguais a 57,8 em dezembro de 2009; 64,9 em janeiro de 2010; 69,2 em fevereiro e 68,7 em março).

EM BRANCO

ISANACOAD/GO
 Proc: 696610
 Fl: 1225
 Rub: AA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

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

Pontos	Dez/09		Jan/10		Fev/10		Mar/10	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
1	65,621	Boa	59,284	Boa	65,094	Boa	61,155	Boa
2	65,419	Boa	74,267	Boa	58,785	Boa	68,721	Boa
3	61,589	Boa	69,278	Boa	78,357	Boa	75,152	Boa
4	61,231	Boa	71,021	Boa	81,622	Ótima	74,765	Boa
5	42,276	Aceitável	69,534	Boa	65,983	Boa	63,009	Boa
6	58,581	Boa	64,598	Boa	64,085	Boa	61,616	Boa
7	45,000	Aceitável	43,776	Aceitável	66,089	Boa	56,184	Boa
8	60,942	Boa	62,125	Boa	71,766	Boa	45,456	Aceitável
9	59,509	Boa	64,785	Boa	74,632	Boa	67,095	Boa
10	52,744	Boa	65,455	Boa	66,046	Boa	79,014	Boa
11	48,144	Aceitável	70,856	Boa	71,956	Boa	75,461	Boa
12	46,629	Aceitável	66,932	Boa	55,941	Boa	74,739	Boa
13	66,652	Boa	70,705	Boa	75,218	Boa	79,436	Boa
14	60,088	Boa	74,115	Boa	75,066	Boa	79,408	Boa
15	64,652	Boa	56,395	Boa	67,245	Boa	69,722	Boa
16	65,566	Boa	55,683	Boa	69,848	Boa	68,374	Boa

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:



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

Em março de 2010, os valores do IVA variaram entre 1,7 (qualidade ótima) e 4,4 (regular; ponto 15 – ribeirão Pirapetinga) (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. Além disso, o ponto 6 (rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-020) foi classificado como eutrófico.

EM BRANCO



Tabela 5. Resultados dos parâmetros utilizados no cálculo do IVA e valores do IVA obtidos em março 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	6,4	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	4,0	5,2
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
Toxicidade	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
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
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
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
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
fenois	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
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	0,0308	0,035	0,0345	0,023	0,0274	0,0462	0,0234	0,0376	0,0237	0,0363	0,036	0,0364	0,0321	0,0524	0,0295	0,0517
IPMCA	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
PT	50	51	<1,0	1,0	2	42	16	78	210	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	18	<1,0
Clorofila-a	<0,1	6,30	0,55	3,82	1,09	21,84	6,55	3,90	<0,1	5,46	3,82	2,46	2,46	0,55	3,55	0,27
IET	46,8	57,02	39,12	43,8	42,7	59,4	53,6	57,1	51,1	44,7	43,8	42,7	42,7	39,1	52,4	37,4
	ultraolig	meso	ultraolig	ultraolig	ultraolig	eutrof	meso	meso	Oligo	ultraolig	Ultraolig	ultraolig	ultraolig	ultraolig	meso	ultraolig
IVA	1,7	3,2	1,7	2,9	1,7	4,2	3,2	3,2	2,2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	4,4	1,7
	Ótimo	Boa	Ótimo	Boa	Ótimo	Regular	Boa	Boa	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Regular	Ótimo



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

Em março de 2010, terceira amostragem da fase de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 130 táxons (Tabela 6), os quais estiveram distribuídos entre 9 grupos taxonômicos. Este número foi similar ao verificado em fevereiro de 2010 e como registrado neste mês, em março de 2010 os principais grupos taxonômicos quanto a diversidade foram Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae foram os principais grupos qualitativamente, e representaram 37%, 23%, 15% e 12% do total de táxons registrado. Estes grupos têm sido os melhores representados qualitativamente nos ambientes monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão, durante toda a fase rio e nas primeiras amostragens da fase de enchimento do reservatório. Cyanobacteria apresentou maior contribuição em relação aos primeiros meses da fase de enchimento do reservatório e foram representadas por táxons tipicamente planctônicos (Tabela 6).

Os valores de riqueza de espécies fitoplanctônicas foram relativamente altos em março de 2010 (Figura 17, Tabela 6). No rio São Marcos o número de táxons variou de 5 nos pontos 1 e 5 a 21 no ponto 16, com média de 12 táxons por amostra. Nos pontos situados nos tributários do rio São Marcos, a riqueza de espécies variou de 7 táxons no ponto 9, situado no córrego Fundo, a 22 no ponto 13, situado no córrego Anta Gorda. No ponto 8, situado no rio São Bento, não foram registrados representantes fitoplanctônicos, o que ressalta a alta

EM BRANCO

variabilidade temporal da comunidade fitoplanctônica neste ambiente, no qual foram registrados 16 táxons em fevereiro de 2010.

IBAMA COAD/GO
 Proc.: 69660
 Fis.: 229
 Rub.: 14
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

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

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Achnanthes</i> sp.	x	x														
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow	x							x	x							
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenb.) Sim.							x		x							
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.		x	x				x		x		x					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>granulata</i>									x							x
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Holk & Klee		x	x	x		x	x			x	x	x		x	x	x
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.											x					
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		x														
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auers.	x	x														
<i>Eunotia</i> sp.		x														
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.	x		x		x	x			x			x	x			
<i>Fragilaria</i> sp.				x						x	x					
<i>Girosygma</i> sp.		x														
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.							x	x								
<i>Gomphonema parvulum</i> (E. T. Kütz.) Kütz.		x					x									
<i>Melosira varians</i> Agard.	x								x							
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.		x					x									
<i>Navicula schroeteri</i> Meist.	x	x			x			x	x							
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	x	x						x								
<i>Navicula</i> sp.		x							x							
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	x	x		x			x		x							
<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow	x							x	x							
<i>Nitzschia</i> sp.		x					x				x		x			
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve		x														
<i>Pinnularia</i> sp.		x					x	x								
<i>Surirella cf. linearis</i> W. Sm.		x						x								
<i>Surirella</i> sp.	x	x						x								
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.	x															
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.				x								x	x	x		x
Pennales não identificada 1					x											
CYANOBACTERIA																
<i>Dolichospermum solitarium</i> (Kleb.) Wacklin et al.	x								x							
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmerm.) Cronb. & Komárek				x									x			
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström			x	x			x	x		x		x	x	x	x	x
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. e G. S. West			x										x			
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.				x												
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.							x									x
<i>Coelomorum tropicale</i> Senna, Peres & Komárek	x															
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hindák											x					
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anag.	x															
<i>Geitlerinema</i> sp.		x									x					
<i>Gloeocapsa</i> sp.															x	x
<i>Jaaginema</i> sp.		x														
<i>Komvophoron</i> sp.							x									
<i>Lemmermanniella parva</i> Hindák											x					
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmerm.				x								x		x		x

EM BRANCO

ISAMAIOADIGOLLO
 Proc.: 69660
 Fls.:
 Tab.:
 MMA
 Meio Ambiente - MMA

Tabela 6. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Oscillatoria</i> sp.	x	x					x									
<i>Planktolyngbya</i> sp.											x					
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Komárek	x	x														
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.				x							x	x	x		x	
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus densus</i> Kors.						x										
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Cor.) Ralfs														x		
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.															x	
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemmerm.																x
<i>Ankyra ancora</i> (Sm.) Fott			x	x						x	x	x		x		
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott			x							x	x	x	x	x	x	x
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.											x					
<i>Closteriopsis</i> sp.	x		x			x					x	x			x	
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Kors.																x
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schm.							x									
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.			x							x		x		x		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.											x					
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G. S. West															x	
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.					x		x									
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) E. Hegew.							x									
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) E. Hegew.								x								
<i>Desmodesmus intermedius</i> var. <i>acutispinus</i> (Roll) E. Hegew.									x							
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritch & Ritch) E. Hegew.	x															
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nag.							x									
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.						x	x									
<i>Dimorphococcus cordatus</i> Wol. sensu Chod.	x						x									
<i>Elakathotrix</i> sp.			x										x		x	x
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hindák) Komárek sensu Komárek	x			x							x	x	x	x	x	
<i>Golenkinia radiata</i> Chod.													x			
<i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Schm.) Kors.							x									
<i>Kirchneriella lunaris</i>			x			x										
<i>Kirchneriella rosolata</i> Hindák			x							x	x					
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Komárek - Legn.	x						x									
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárek-Legn.				x						x	x		x		x	x
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.		x			x	x		x					x			
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Komárek-Legn.																x
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárek-Legn.										x	x	x	x	x	x	
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West			x	x								x	x			x
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.										x	x					x
<i>Pandorina morum</i> (F. Muller) Bory	x		x			x			x							
<i>Pediastrumboryanum</i> (Turp.) Menegh.	x															
<i>Pediastrum duplex</i> Mey.							x		x							
<i>Quadrigula</i> sp.				x			x					x	x	x	x	x
<i>Raphidocelis contorta</i> (Schm.) Marv. et al.							x					x	x	x	x	x
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.																x
<i>Scenedesmus ecoris</i> (Ehrenb.) Chod.						x	x						x			
<i>Selenastrum gracile</i> Reins.							x									
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourr.			x							x						x
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmerm.										x		x				

EM BRANCO

Tabela 6. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
<i>Volvox aureus</i> C. G. Ehrenb.				x							x						
<i>Ulotrix</i> sp.		x						x									
Chlorococcales não identificada 1				x						x			x				
Volvocales não identificada										x	x						
CHRYSOPHYCEAE																	
<i>Bicosoeca</i> sp.		x															
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.						x											
<i>Mallomonas</i> sp.			x	x						x	x	x	x			x	
<i>Synura</i> sp.						x	x										
EUGLENOPHYCEAE																	
<i>Lepocinclis</i> sp.						x											
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>longicauda</i> (Ehrenb.) Duj.								x									
<i>Trachelomonas cervicula</i> Stokes															x		
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.				x												x	
CRYPTOPHYCEAE																	
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.			x			x				x	x	x		x	x	x	
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.															x		
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehrenb. Emend. Pen.							x										
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	x			x		x			x	x		x	x	x	x	x	
<i>Cryptomonas</i> sp.		x	x	x		x					x		x		x	x	
<i>Plagioselmis</i> sp.												x					
ZYGNEMAPHYCEAE																	
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb.) Teil.								x									
<i>Closterium</i> sp.	x	x				x		x									
<i>Cosmarium candianum</i> Delponte	x																
<i>Cosmarium contractum</i> Kirch.							x										
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.														x			
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.						x											
<i>Desmidium laticeps</i> Nordst.							x										
<i>Spyrogira</i> sp.	x																
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs				x							x		x				
<i>Staurastrum leptocladum</i> C.F.O Nordstedt.	x		x	x				x		x	x	x	x	x			
<i>Staurastrum punctulatum</i> L. A. Bréb.						x	x										
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> J. N. F. Wille			x							x	x	x	x	x			
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetracerum</i>																	
<i>Stauradesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.				x				x					x	x		x	
<i>Stauradesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.							x										
<i>Stauradesmus lobatus</i> (Borg.) Bourr.														x			
DINOPHYCEAE																	
<i>Peridinium</i> sp.			x	x			x	x		x	x	x	x			x	
<i>Peridinium</i> sp 1					x	x										x	
OEDOGONIOPHYCEAE																	
<i>Oedogonium</i> sp.							x	x					x				
<i>Xanthidium armatum</i> (L. A. Bréb.) G. L. Rabenh.								x									
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



MEMBRANCO



Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cryptophyceae apresentaram maior contribuição à riqueza em março de 2010 (Tabela 6, Figura 18), os quais também foram os principais grupos no mês anterior. As clorofíceas foram representadas principalmente por táxons unicelulares, comuns em sistemas com mistura da coluna de água e ricos em nutrientes, condições que são geralmente registradas na fase de enchimento de reservatórios. As bacilariófitas foram representadas por táxons meroplânctônicos e ticooplânctônicos, comuns em rios e reservatórios.

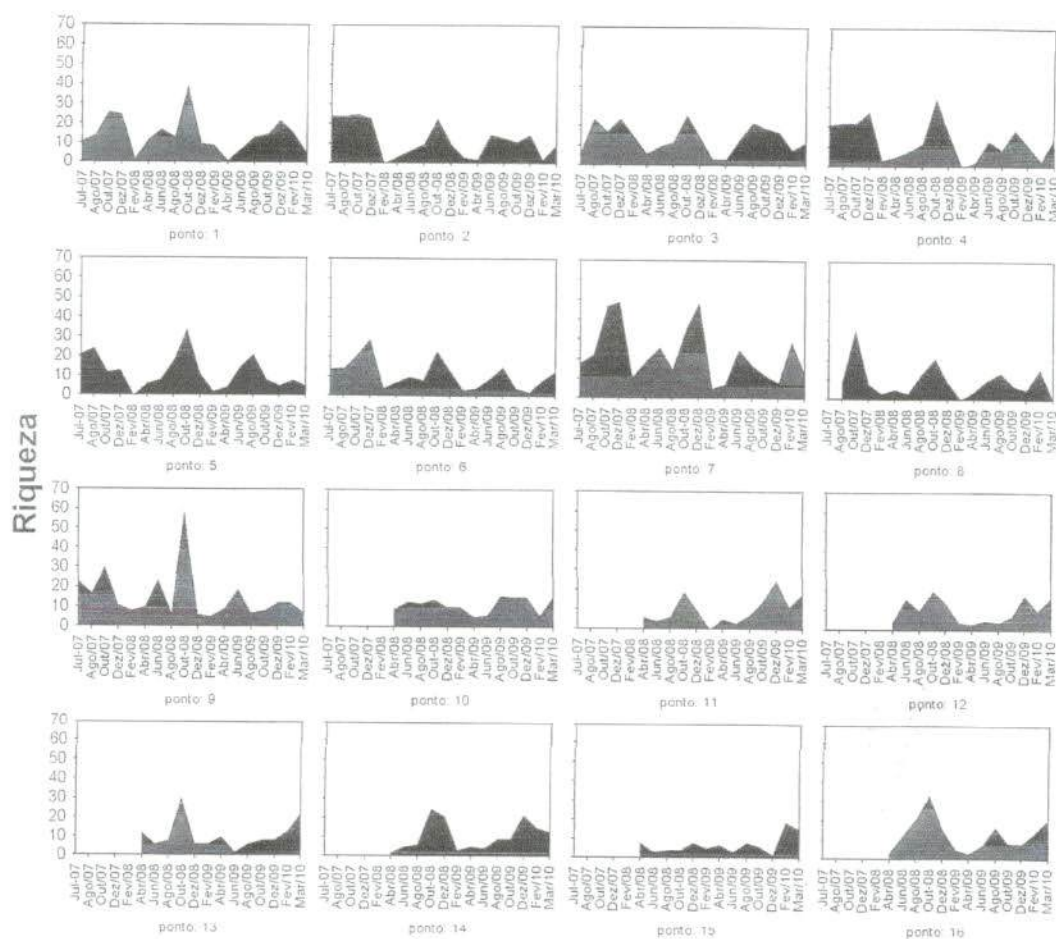


Figura 17. Riqueza da comunidade fitoplânctônica nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO

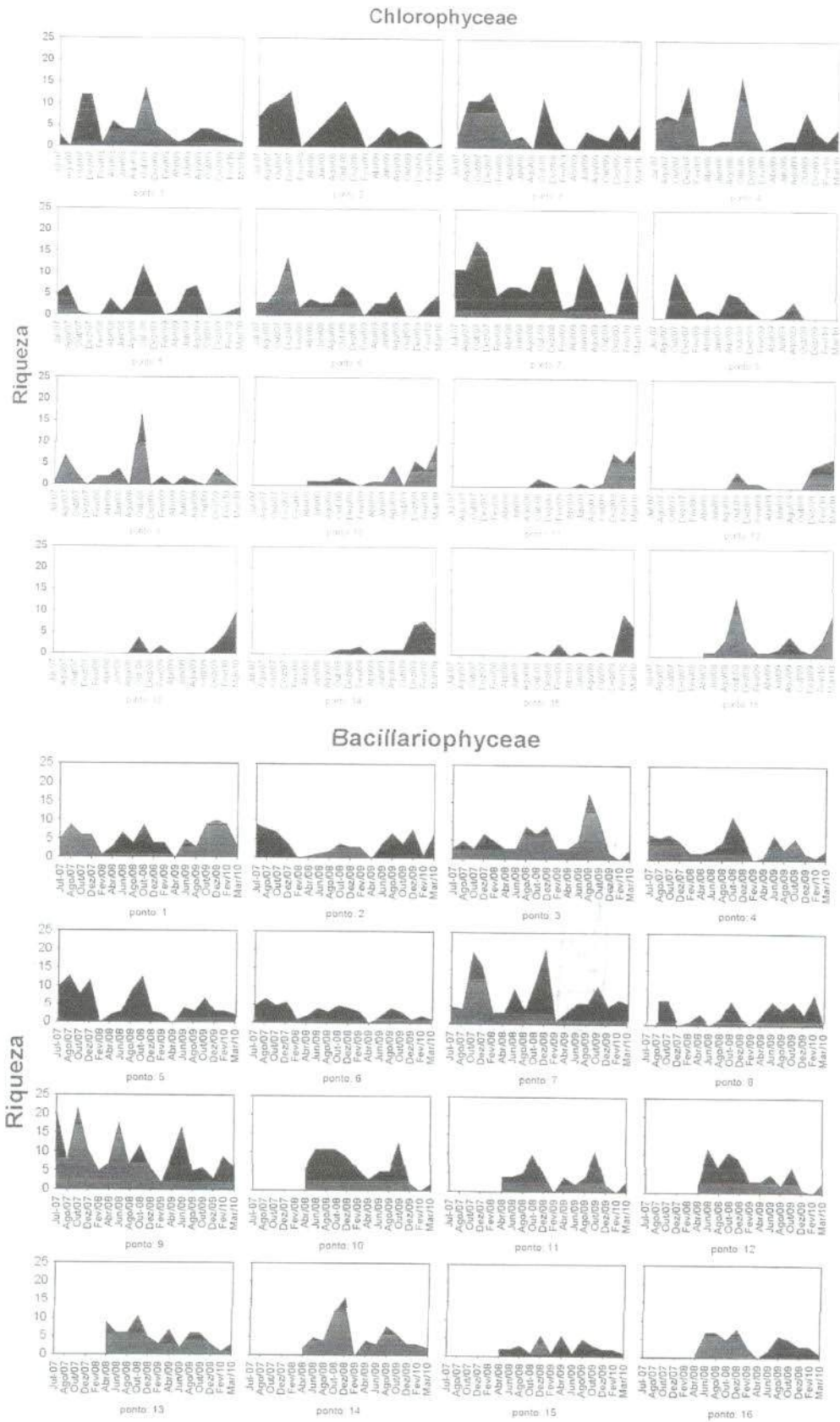


Figura 18. Riqueza dos principais grupos fitoplancônicos nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO



Densidade e biomassa fitoplanctônica

69610
1234
AA
MMA

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, na maioria das amostras em março de 2010 (Figura 19, Tabela 7). Foram registrados valores relativamente altos de densidade no rio São Marcos, no ponto 3, situado próximo a barragem, e no ponto 6, situado a montante, sendo superiores aos obtidos em fevereiro de 2010. Nos demais pontos amostrados neste rio, os valores de densidade e biomassa foram inferiores a 70 ind.mL^{-1} e $0,3 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$.

Nos pontos situados nos tributários também ocorreu um incremento da densidade, nos pontos 10, 11 e 15, os quais estão localizados, respectivamente, no córrego São João da Cruz, Ribeirão Pires e córrego Pirapetinga. Nos demais pontos, os valores foram inferiores a 300 ind.mL^{-1} e $0,3 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$, e ausência de táxons no ponto 8, situado no rio São Bento.

Como registrado ao longo do monitoramento, de acordo com os critérios propostos por Vollenweider (1968) para caracterização trófica dos ambientes, os valores de biovolume fitoplanctônico registrados durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, caracterizaram condições oligotróficas, assim como verificado durante a fase rio, haja vista que os valores foram menores que $2 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$. Exceção foi verificada nos pontos 13 e 15 em outubro de 2008 e no ponto 9, em dezembro de 2009, nos quais os valores de biovolume obtidos caracterizaram condições eutróficas.

Os baixos valores registrados na maioria dos pontos monitorados, especialmente naqueles com características lóticas, são geralmente verificados em outros 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, como

EM BRANC

registrado no rio São Marcos, ponto 6, e nos córregos Pirapetinga e São João da Cruz e no ribeirão Pires, em março de 2010.

O aumento verificado para a densidade fitoplanctônica nas regiões lênticas do reservatório refletiu as condições estabelecidas a partir do enchimento do reservatório, dentre estas o aumento do tempo de retenção da água e da disponibilidade luminosa. Os grupos taxonômicos dominantes também foram influenciados pelas mudanças ocorridas, sendo registrada maior contribuição de clorofíceas, criptofíceas, dinofíceas e bacilariofíceas em março de 2010 (Figuras 20, 21, 22 e 23).

As clorofíceas e bacilariofíceas são geralmente selecionadas pelo investimento no crescimento rápido (Chételat et al., 2006; Ferrareze e Nogueira, 2006), sendo favorecidas em ambientes lóticos ou com mistura da coluna de água.

Algas oportunistas como as criptofíceas, as quais apresentaram um incremento em densidade e biomassa na maioria dos pontos, em dezembro de 2009 e março de 2010, e pequenos dinoflagelados, os quais foram dominantes no rio São Marcos (ponto 6), retratam uma ampla variabilidade de condições ambientais, sendo comuns em diversos tipos de ambientes, especialmente em condições de instabilidade como na fase de enchimento de reservatórios.

Em março, as cianobactérias foram registradas nas amostras quantitativas dos pontos situados nos tributários, a montante da barragem, e no ponto 16, situado no rio São Marcos, a montante, no qual este grupo apresentou maior contribuição. Este grupo de algas apresentou baixa representatividade ao longo do monitoramento, exceto em dezembro de 2009, no qual foi registrada alta densidade e biomassa destas algas no ponto 9, situado no córrego Fundo, e foram representadas por *Komvophoron cf. groenlandicum*, o qual constituiu mais de 80% da densidade e biomassa total. Esta amostra foi revista e constatou-se que este táxon não se tratava de *Aphanizomenom gracile* como consta no relatório de dezembro de 2009.

69614
135
AA
MMA
Meio Ambiente - MMA

EM BRANCC

INSTITUCIONAL
 60660
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

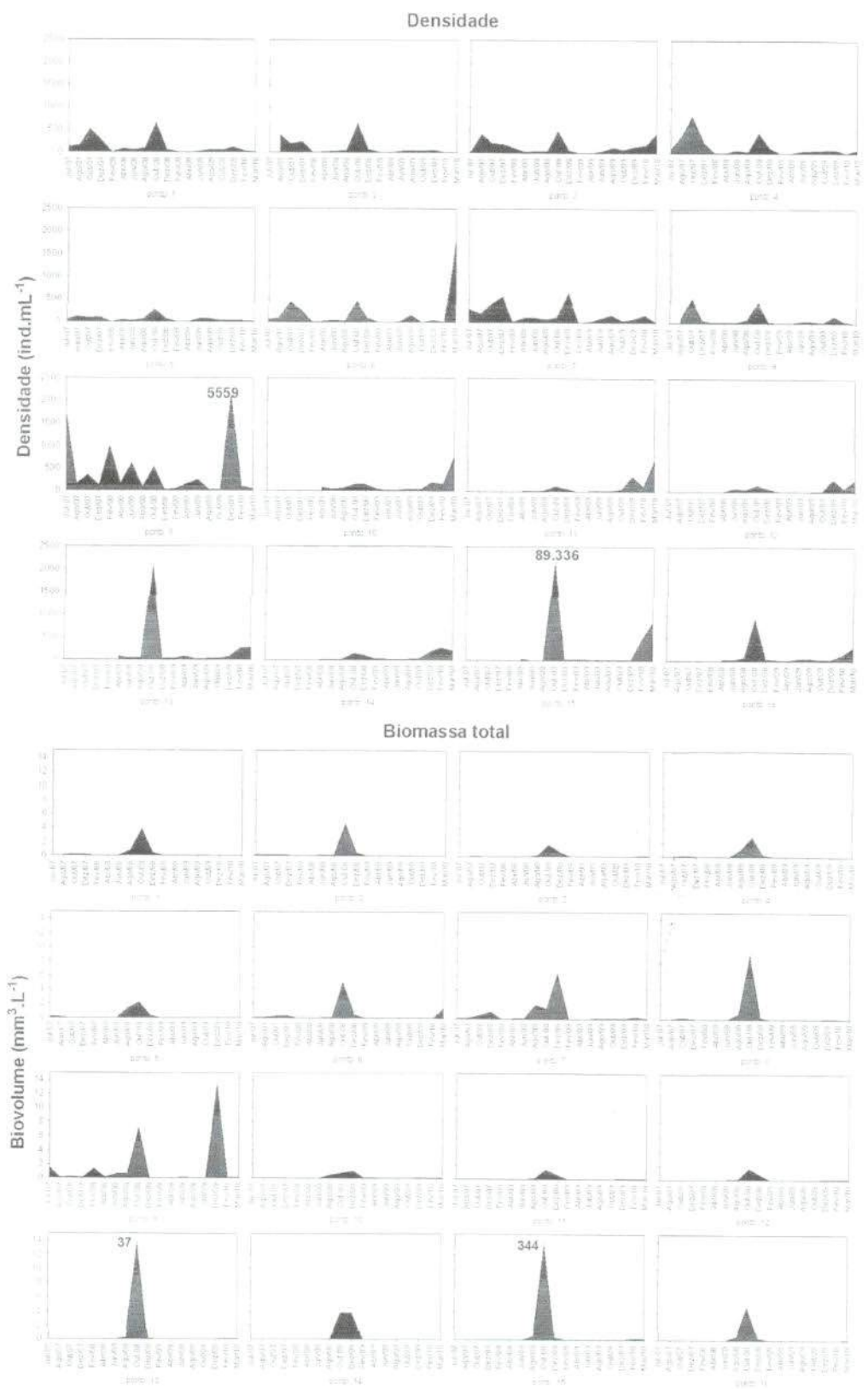


Figura 19. Variação temporal e espacial da densidade e Biovolume fitoplancônico nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valores máximos).

EM BRANCO

PROAD/GO
6966
Bio Ambiente - MMA

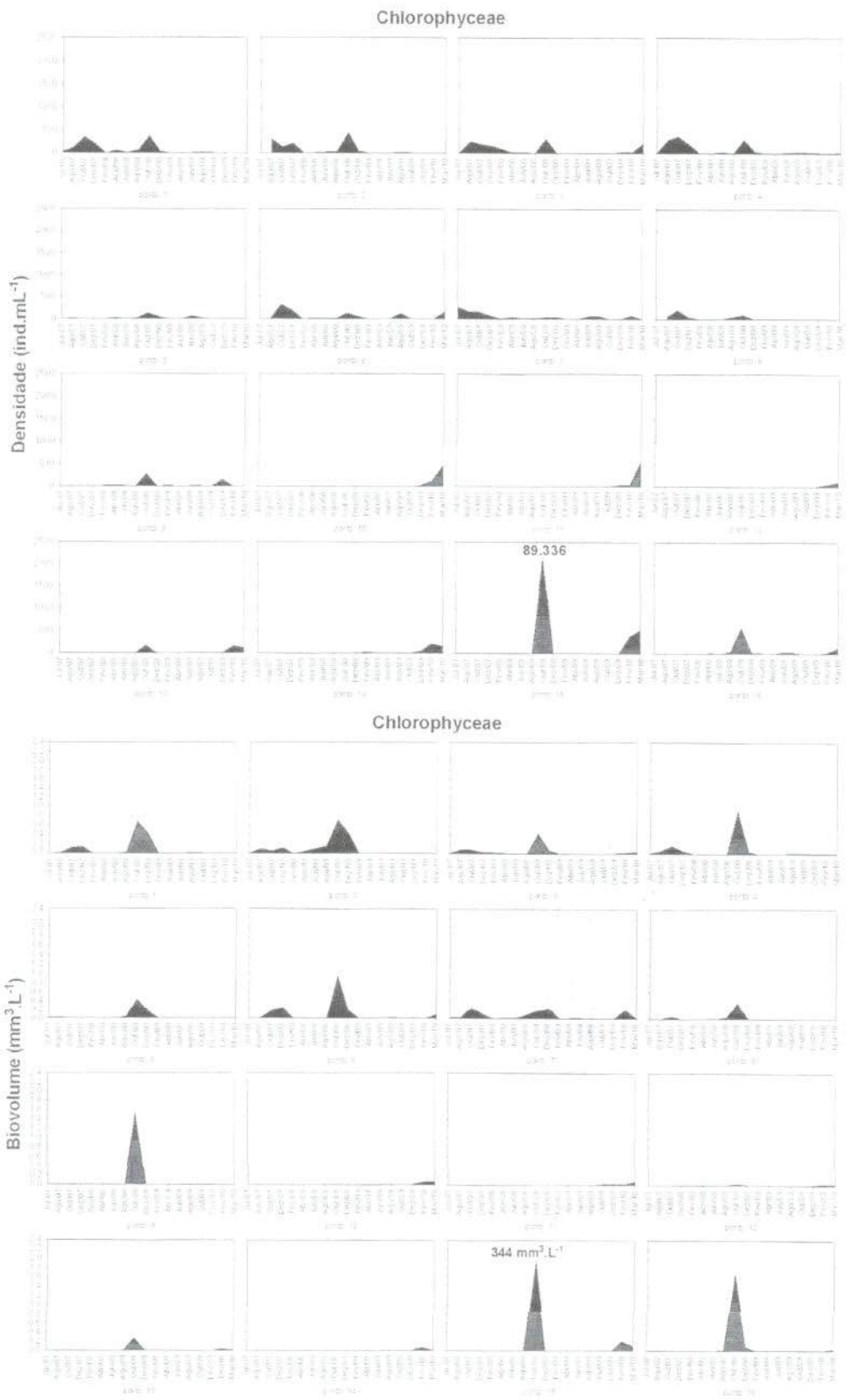


Figura 20. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Chlorophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO



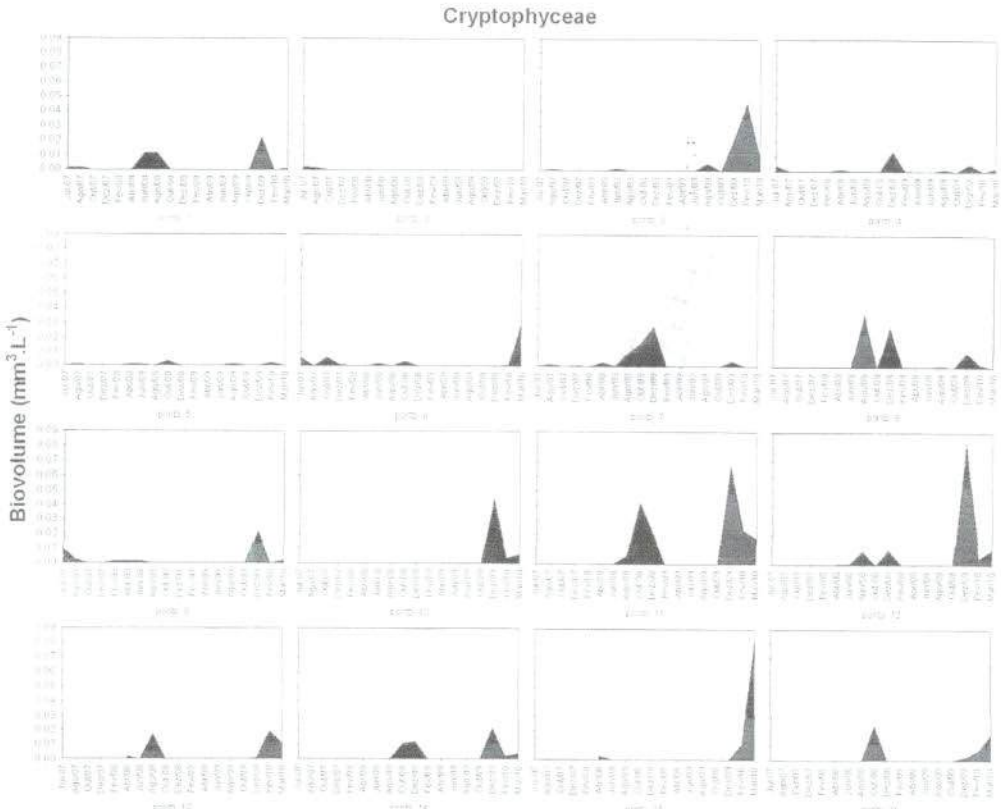
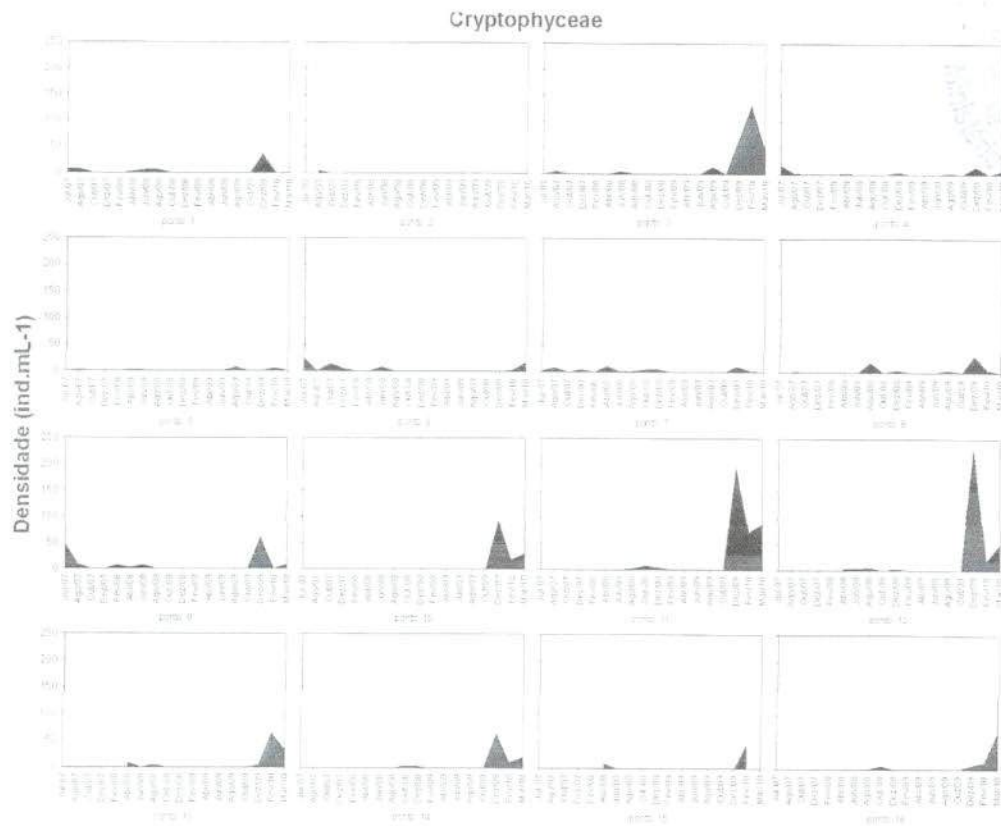


Figura 21. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Cryptophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM BRANCO



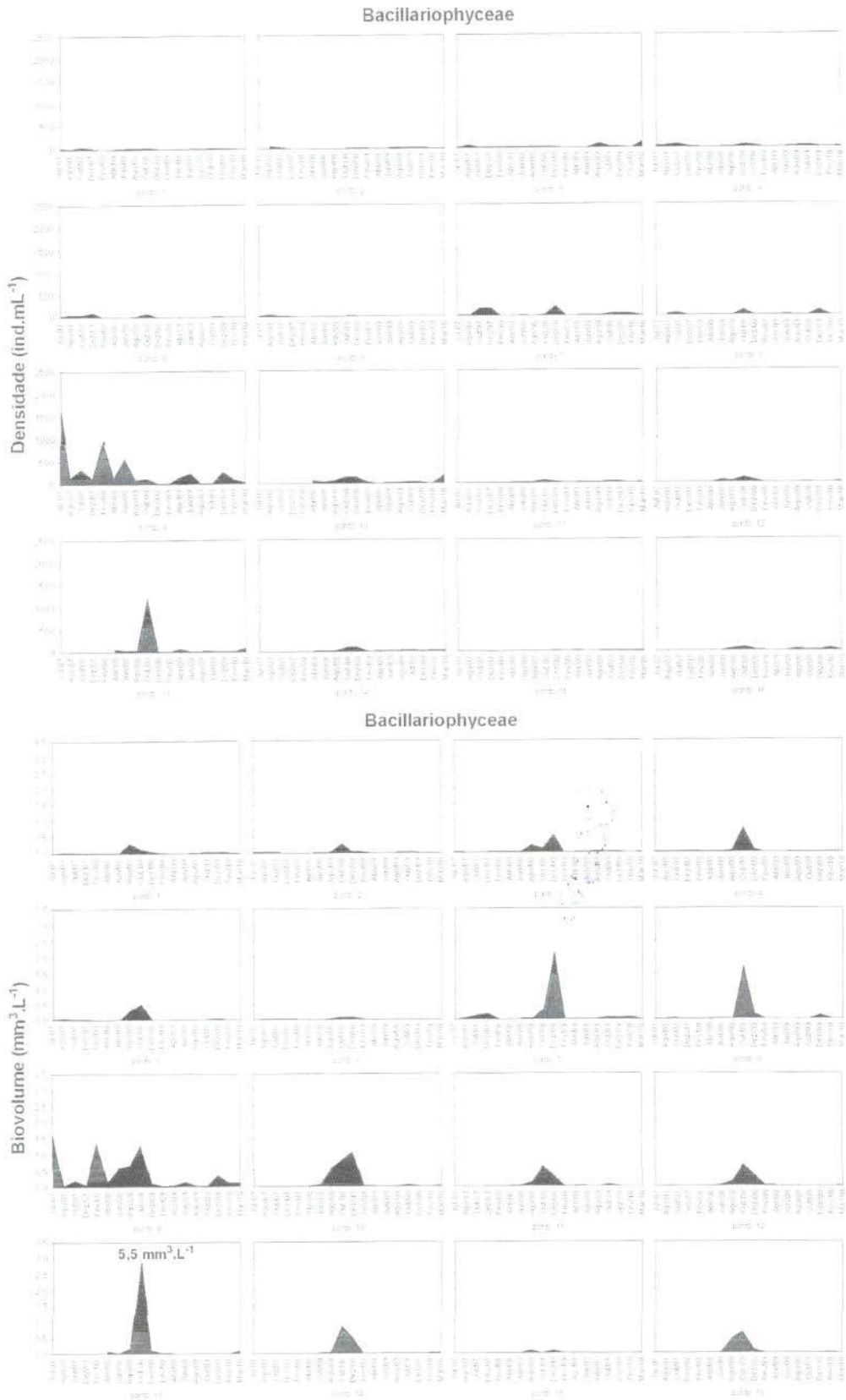


Figura 22. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Bacillariophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO



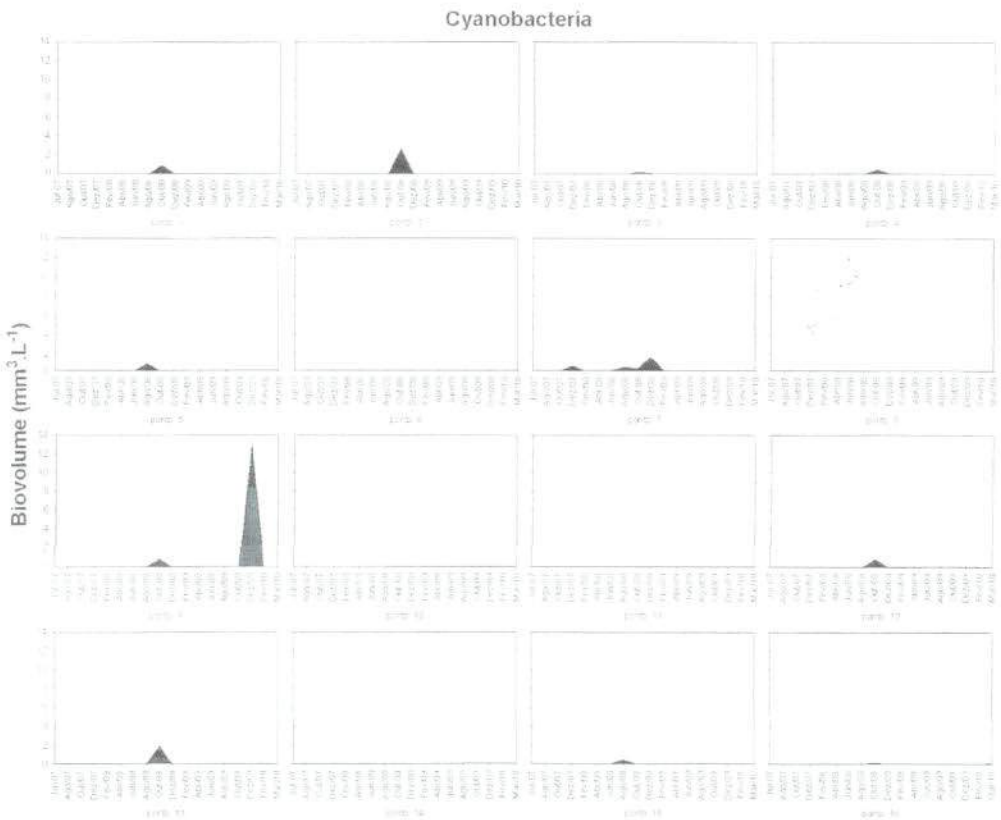
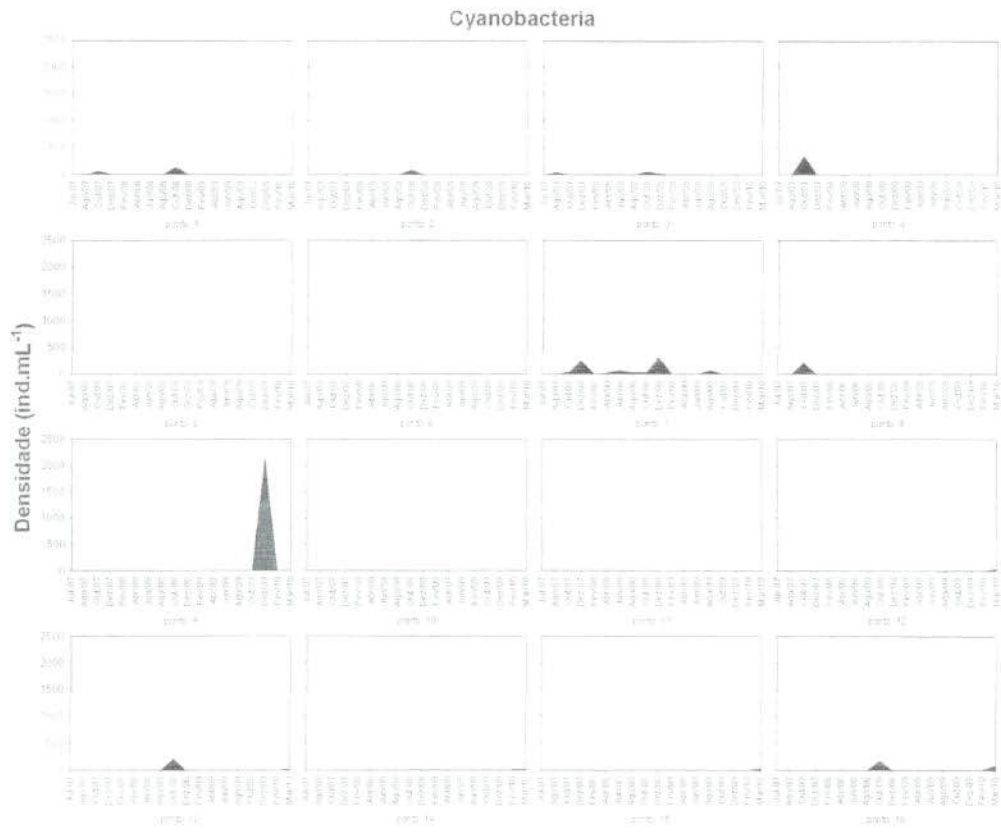


Figura 23. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Cyanobacteria na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM BRANC

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

IBAMA/COAGU
 Proc: 69669
 Fis: 114
 Rub: 
 Meio Ambiente - MMA

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Achnanthes</i> sp.		1														
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow	1															
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenb.) Sim.							2									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.			1				2		3							
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>granulata</i>									25							
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Holk & Klee		2	126	6		1	10			201	17	3		3	8	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.											2					
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		1														
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.			10		7				1			7	5			
<i>Fragilaria</i> sp.										3						
<i>Gomphonema parvulum</i> (E. T. Kütz.) Kütz.							2									
<i>Melosira varians</i> Agard.									1							
<i>Navicula schroeteri</i> Meist.		1														
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	3	1														
<i>Navicula</i> sp.									3							
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	3	2		2			2		6							
<i>Nitzschia</i> sp.							2				1		11			
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve		1														
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.				20								31	82	17		13
Pennales não identificada 1					3											
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström			6							1		52	13	13		79
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) LemmERM.																16
<i>Cyanogranis ferruginea</i> (Wawrik) Hindák											2					
<i>Gloeocapsa</i> sp.															3	
<i>Komvophoron</i> sp.							2									
<i>Merismopedia tenuissima</i> LemmERM.																6
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.				1							10	3	8		25	
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus densus</i> Kors.						1										
<i>Ankyra ancora</i> (Sm.) Fott			20	1						3	2	10		3		
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott		188								341	259	59	11	13	329	3
<i>Closteriopsis</i> sp.		1				8					2	3			3	
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Kors.																3
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.			1							3		1		7		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.											2					
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G. S. West															1	
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.					3		2									
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) E. E. Hegew.							5									
<i>Elakathotri</i> sp.			7										3		5	38
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hindák) Komárek sensu Komárek				6							22		3		59	
<i>Kirchneriella roseolata</i> Hindák										1						
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Komárek - Legn.	3															
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárek-Legn.				15						3	156		45		44	3
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.		1			3	1							8			
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Komárek-Legn.																3
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárek-Legn.										113	94	17	26	7	83	
<i>Nephrocystium lunatum</i> W. West				1									8			
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.										1	2					3

EM BRANCO



Tabela 7. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Pandorina morum</i> (F. Muller) Bory						158										
<i>Quadrigula</i> sp.												10	8	128		
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.																3
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb.) Chod.						1	1						3			
<i>Selenastrum gracile</i> Reins.							1									
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourr.			3													44
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmerm.										3		17				
Chlorococcales não identificada 1				2						3			5			9
Volvocales não identificada										7	29					
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Bicosoeca</i> sp.		1														
<i>Mallomonas</i> sp.			34							72	5	7	5			3
<i>Synura</i> sp.							2									
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Lepocinclis</i> sp.						24										
<i>Trachelomonas cervicula</i> Stokes															3	
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.				1												3
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.			41			8				24	82	7		3	5	28
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.															10	
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehrenb. Emend. Pen.						8										
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	3			1		1			9	7		45	8	17	93	9
<i>Cryptomonas</i> sp.		1	7	5		1					5		26		163	32
<i>Plagioseimix</i> sp.											2					
ZYGNEMAPHYCEAE																
<i>Cosmarium contractum</i> Kirch.							2									
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.														1		
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.						8										
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs				2									1			
<i>Staurastrum leptocladum</i> C. F. O Nordstedt				2								7	5	3		
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> J. N. F. Wille												7	16	7		
<i>Stauroidesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.													3			1
DINOPHYCEAE																
<i>Peridinium</i> sp.			1													
<i>Peridinium</i> sp 1					1	1633										3

TAMCOADIGG
 Rec: 6966/10
 12/10
 do Meio Ambiente - MMA

5.6.2. Zooplâncton

Composição

A análise de composição específica das amostras zooplânctônicas, coletadas em março de 2010, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, revelou a ocorrência de 55 espécies, destacando-se, para este mês, os protozoários testáceos com 21 espécies, seguidos por rotíferos, com 21 espécies, cladóceros 8 espécies e copépodes com 5 espécies cada (Tabela 8).

EM BRANC



ICAM/COAD/GO
656160
12/13
MMA
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - MMA

Observa-se, portanto, uma nova redução no número de espécies para a área de estudo, tendo em vista as 66 espécies registradas em fevereiro de 2010, 64 espécies registradas em dezembro de 2009, número de espécies já bem menor, que o registrado em períodos anteriores de amostragem, quando vinham sendo registradas por volta de 80 espécies para a área amostrada.

Como discutido nos relatórios anteriores, esta redução no número de espécies se deveu, essencialmente, à diminuição do número de espécies de protozoários testáceos, que na fase pré-represamento apresentavam, em geral, cerca de duas vezes mais espécies, com valores próximos a 50 espécies. Como já amplamente discutido anteriormente, os testáceos são organismos preferencialmente associados à algum substrato e são extremamente importantes na organização da comunidade zooplanctônica em ambientes com elevada velocidade de corrente. Com a mudança nas condições hidrodinâmicas, após o represamento, observa-se então uma forte redução na participação deste grupo na composição da comunidade zooplanctônica.

Mais uma vez, mesmo com a redução na velocidade de corrente em algumas regiões da área de estudo, os protozoários testáceos mantiveram-se ainda entre os grupos mais especiosos, sendo tão especiosos quanto os rotíferos neste último período de amostragem. Essa elevada participação dos testáceos no plâncton está associada, certamente, à manutenção de áreas predominantemente lóticicas no delineamento amostral.

Em março 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 8). Como discutido em relatórios anteriores, o predomínio destas famílias entre os testáceos tem se constituído em 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 13 famílias, destacando-se, mais uma vez, os *Brachionidae* e, especialmente, os *Lecanidae* como famílias mais especiosas (Tabela 8). Como amplamente discutido em relatórios anteriores, estas famílias

EM BRAND



figuram, via de regra, como as mais especiosas do zooplâncton em ambientes dulcícolas neotropicais (Lansac-Tôha et al., 2004).



Tabela 8. Inventário das espécies e suas respectivas densidades (ind.m⁻³) registradas nas amostras de zooplâncton, em março de 2010, no reservatório da UHE 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>					10				1							
	<i>A. discoides</i>	20	10	20		20	10	1	10	10							40
	<i>A. costata</i>		1														
	<i>A. gibbosa</i>							5									
	<i>A. hemisphaerica</i>	1				10				10							
Centropyxidae	<i>Centropyxis aculeata</i>	30	40	20	1	30	20	10	50	10							
	<i>C. ecornis</i>	1	10			20	1	5	20	10							
	<i>C. constricta</i>		1			10											
	<i>C. platystoma</i>					10											
Trigonopyxidae	<i>Cyclopyxis kahli</i>				1					10							
	<i>Cyclopyxis</i> sp								1								
	<i>C. impressa</i>								1								
Plagiopyxidae	<i>Plagiopyxis</i> sp		10			20											
Diffugiidae	<i>Cucurbitella dentata</i>																40
	<i>Diffugia corona</i>		1														
	<i>D. echinulata</i>								10								
	<i>D. cf. gramen</i>		10											10			1
	<i>D. litophyla</i>								10								
	<i>Diffugia</i> sp	1	1			1											
	<i>Pontiguiasia compressa</i>							5									
Hyalosphaenidae	<i>Heleopera petricola</i>					10			1								
TOTAL TECAMEBAS		53	84	40	2	141	31	26	103	51	0	0	0	10	0	0	81
ROTIFEROS																	
Brachionidae	<i>Keratella cochlearis</i>			20				5			200	320	140		40		
	<i>K. lenzi</i>			20	1								40		2		
	<i>Plathyas quadricornis</i>		1	20		1	370	5	1	1						2	
Conochilidae	<i>Conochilus coenobasis</i>	10	10	3040				1	20		4280	4240	280		320	1	600
Euclhanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>		1				10										
Epiphanidae	<i>Epiphanis</i> sp	10	1														
Gastropodidae	<i>Ascomorpha ecaudis</i>		1	900				5	2		3360	2640	20				160
Hexarthridae	<i>Hexarthra intermedia</i>	10		80			10			10	960	6080	40		1		40
Floscularidae	<i>Filinia terminalis</i>	1															
	<i>Pytigura</i> sp								10								
Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>		1		10	1											40
	<i>L. leontina</i>			20									2				
	<i>L. ludwigi</i>	20															
	<i>L. proiecta</i>	10						10									
	<i>Cephalodella</i> sp	10	1														
Philodinidae	<i>Bdelloidea</i>	40	10			20	5		10	10							
Sinchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i>	10		260		10				10	280	880	100		80		80
Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>		1										60				

EMERGENCY

EMERGENCY





Tabela 8. Continuação.

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
Trichocercidae	<i>Trichocerca cylindrica</i>			200	7						440	320	700	120	80		80	
Trichotriidae	<i>Trichotria tetractis</i>					60				10								
	<i>Macrochaetus sericus</i>	10						5									1	
TOTAL ROTÍFEROS		131	27	4560	18	32	455	31	43	41	9520	14480	1382	120	563	4	960	
CLADÓCEROS																		
Bosminidae	<i>Bosmina hagmanni</i>												1	1			1	
Daphniidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	10	1	240	10					1	2120	5920	440	90	120	560	40	
Chydoridae	<i>Alona</i> sp	60		1														
	<i>Chydorus eurynotus</i>			120													1	
	<i>Nicsemiovius fitzpatricki</i>			20													40	
Ilyocryptidae	<i>Ilyocryptus spinifer</i>			1														
Moinidae	<i>Moina minuta</i>			20	10												800	
Sididae	<i>Diaphanosoma birgei</i>			1180	310				1		7120	13520	1600	440	800	3120	200	
TOTAL CLADÓCEROS		90	1	1582	330	0	0	0	1	1	9240	19440	2041	531	920	4482	280	
COPÉPODES																		
Cyclopidae	<i>Metacyclops mendocinus</i>			20													80	
	<i>Thermocyclops minutus</i>			260	10				1		1720	240	40		1	80	1	
	<i>Thermocyclops decipiens</i>			1							1	1						
	Nauplio de Cyclopoida	40	50	1880	190	10	60	10	10	20	5480	11120	1180	180	520	6560	1480	
	Copepodito de Cyclopoida	30		280	10		1	5	10		760	800	100	10	40	1200	120	
Diaptomidae	<i>Argirodiaptomus azevedoi</i>																1	
	<i>Notodiaptomus cearensis</i>			880	100		10				1080	2800	760	300	680	3920	2080	
	Nauplio de Calanoida	1		600	80		1		1		1040	2000	280	60	120	2800	640	
	Copepodito de Calanoida	2		480	120						720	2560	260	240	520	4240	3560	
TOTAL COPÉPODES		73	50	4401	510	10	72	15	22	20	10801	19521	2620	790	1882	18880	7881	

Entre os microcrustáceos, os cladóceros estiveram representados por 6 diferentes famílias destacando-se, neste mês, os Chydoridae (Tabela 8), como a família mais especiosa. Estes cladóceros são, em geral, litorâneos, e sua elevada diversidade no plâncton revela uma forte influência de condições lólicas, pelo menos em parte da área de estudo. Como registrado ao longo de todo o monitoramento, em março, os copépodes estiveram representados principalmente pela família Cyclopidae, com 3 espécies, enquanto que os diaptomídeos, foram representados por 2 espécies (Tabela 8).

Riqueza de espécies

Os resultados de riqueza de espécies do zooplâncton, obtidos em março de 2010, para a área de influência da UHE Serra do Facão, foram, em geral, semelhantes aos registrados em dezembro de 2009 e fevereiro de 2010,

ITEM BRANCO



marcadamente menores do que vinha sendo observado na fase rio. Assim, em março, os valores de riqueza variaram entre 7 e 22 espécies (Figura 24), com uma riqueza média de 14 espécies para a área de estudo.

Assim como observado para a análise de composição, a redução dos valores de riqueza está associada à redução na ocorrência de espécies não planctônicas, como aquelas de testáceos, determinada, pela redução na velocidade de corrente em grande parte da área de estudo.

Em relação à contribuição dos diferentes grupos para a riqueza de espécies do zooplâncton, o padrão de distribuição espacial observado foi muito semelhante àquele observado em dezembro de 2009 e fevereiro de 2010 (Figura 24). Assim, rotíferos e microcrustáceos constituíram-se nos grupos mais especiosos na maioria dos pontos de amostragem, ao contrário do observado na fase pré-represamento, quando testáceos predominavam. Nos últimos períodos de amostragem, testáceos foram mais representativos apenas nos pontos 1, 2 (a jusante da barragem), pontos 5 e 6 (rio São Marcos, a montante da barragem), nos rios São Domingos e São Bento (Pontos 7 e 8, respectivamente) e no córrego Fundo (Ponto 9) (Figura 24).

Especialmente, assim como observada em dezembro e fevereiro último, os resultados de riqueza evidenciaram valores pouco variáveis, especialmente nos tributários. Maiores valores deste atributo foram mais uma vez observados, em geral, 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, como o rio São Marcos, nos pontos 1, 2 (a jusante da barragem), e 5 (a montante), além do rio São Bento (Ponto 8) (Figura 24).

Por outro lado, os menores valores de riqueza em março de 2010 foram observados em um tributário, o córrego Anta Gorda (Ponto 13), além de alguns pontos localizados no rio São Marcos (Pontos 4 e 6) (Figura 24).

Abundância zooplanctônica

Os resultados obtidos para a abundância do zooplâncton, em março de 2010, evidenciaram, mais uma vez, elevados valores de densidade, certamente em resposta à redução na velocidade de corrente determinada pelo



EM BRAND

represamento, embora, os valores tenham sido menores que aqueles registrados em fevereiro (Figura 25).

Assim, em março de 2010, os valores de densidade do zooplâncton variaram entre 72 e 53.441 indivíduos/m³, com média aproximada de 8717 indivíduos/m³ para a área em estudo. Temporalmente, esse valor representa um decréscimo na densidade média do zooplâncton, cerca de 6 vezes menor daquele observado em fevereiro de 2010, mas aproximadamente 20 vezes maior do que aqueles registrados, em geral, na fase rio.

Como já discutido em relatórios anteriores, estes resultados estão dentro dos valores observados para as áreas lânticas de outros reservatórios brasileiros. Assim, Lansac-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 e fevereiro, em determinadas regiões da área investigada, ainda foram observados reduzidos valores de densidade, característicos de áreas lóticas (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 ideia de estas serem áreas com alguma influência lótica, onde o efeito do barramento foi pouco evidenciado. Estas regiões foram, mais uma vez, as mesmas onde os testáceos predominaram em termos de número de espécies, como em alguns pontos localizados no rio São Marcos (pontos 1, 2, 5 e 6), mas também nos rios São Domingos, São Bento (Pontos 7 e 8) e no córrego Fundo (Ponto 9) (Figura 25; Tabela 8).

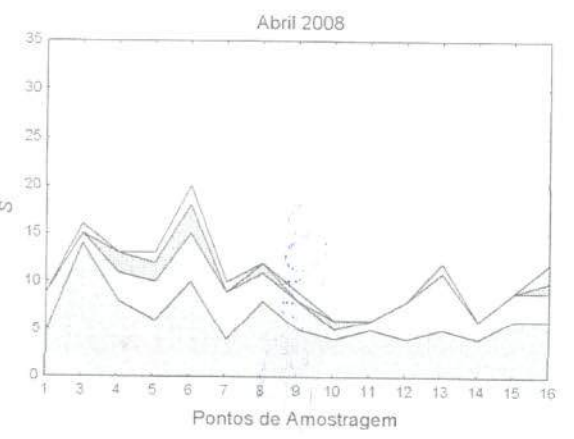
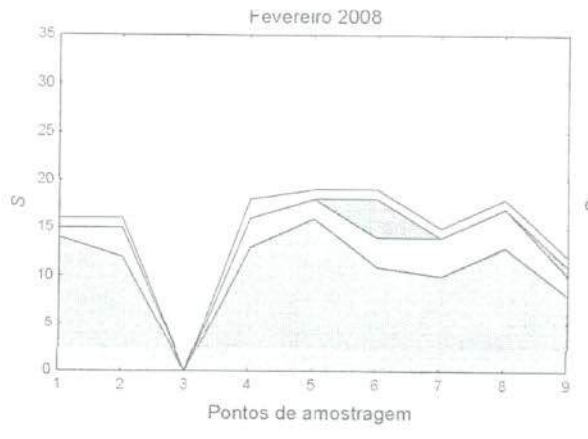
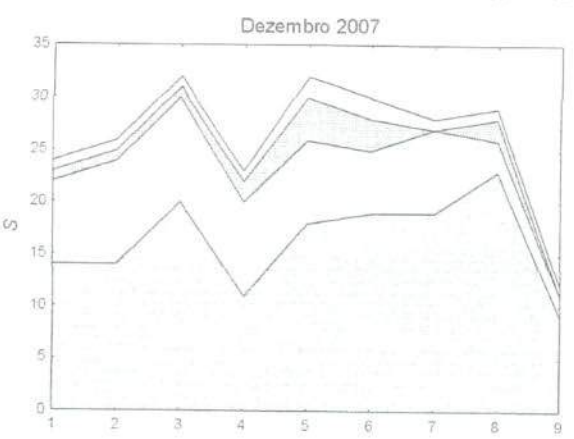
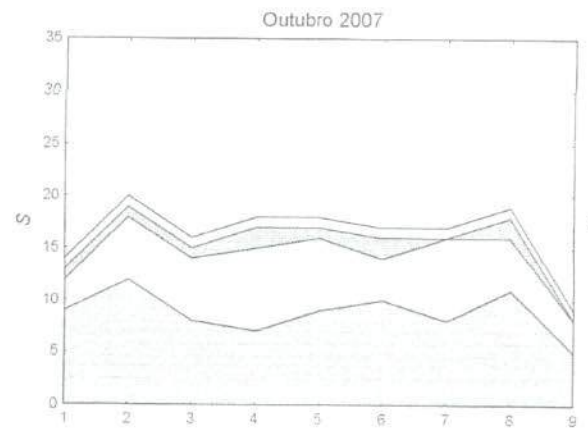
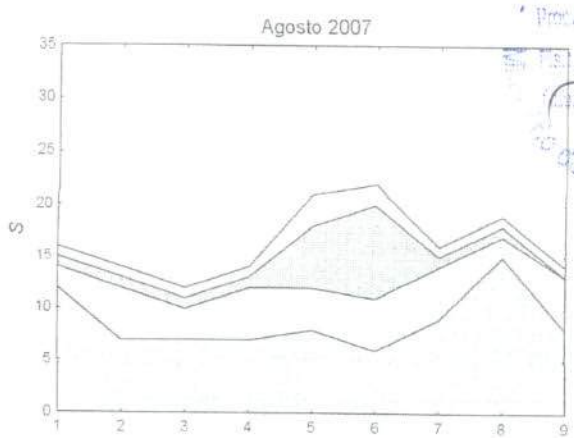
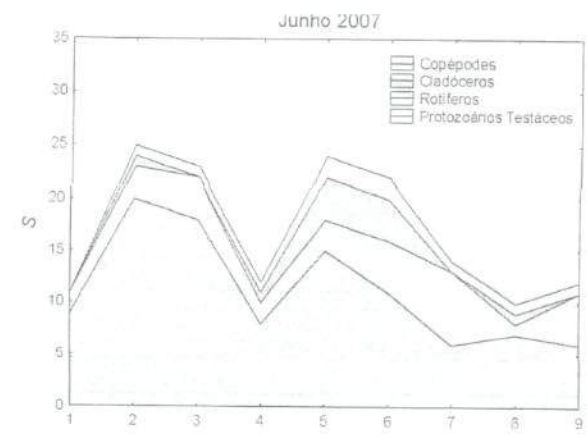
Por outro lado, elevados valores de densidade do zooplâncton foram, em geral, observados em tributários, e em março, no rio São João da Cruz (Ponto 10) e especialmente no ribeirão Pires (Ponto 11).



EM BRANCO



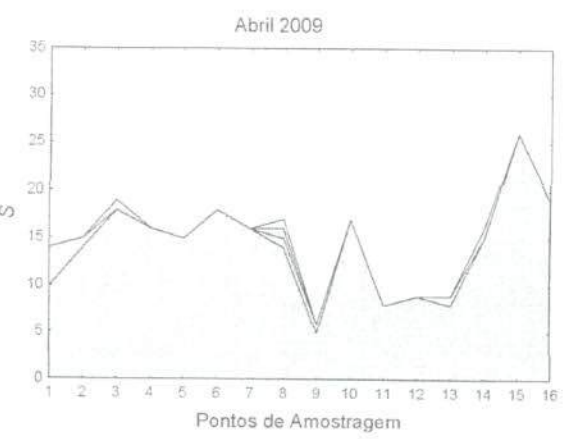
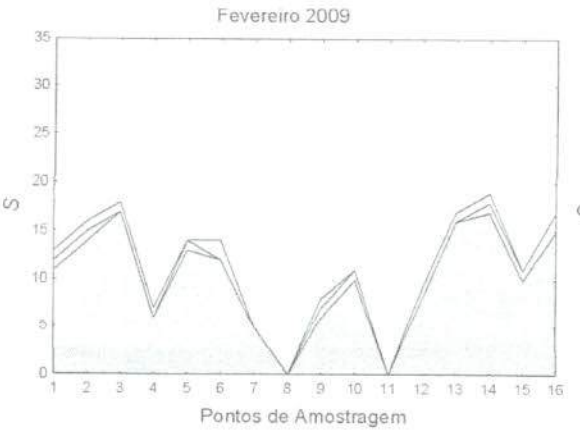
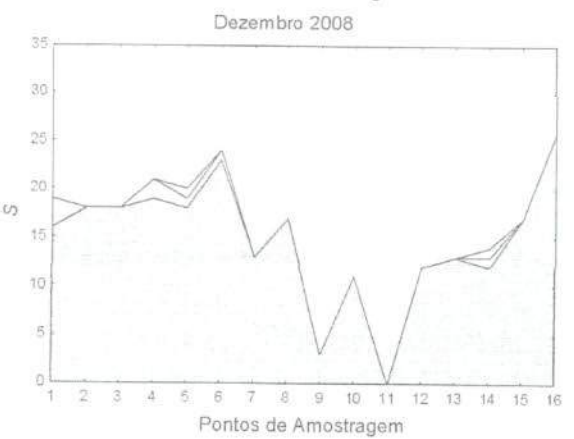
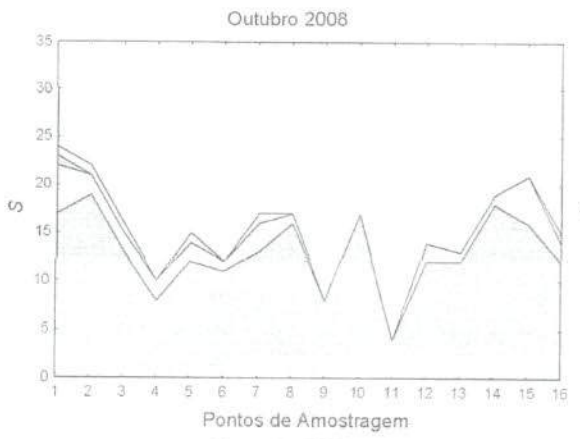
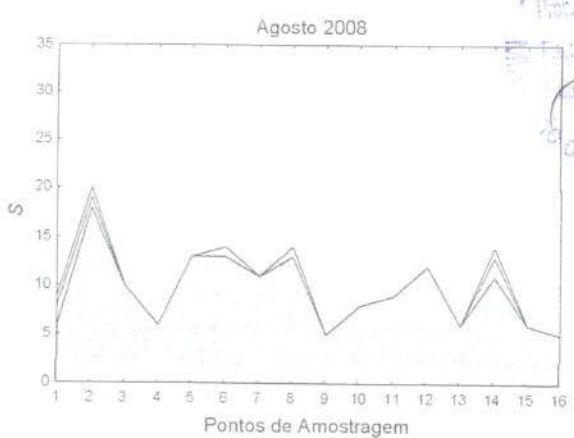
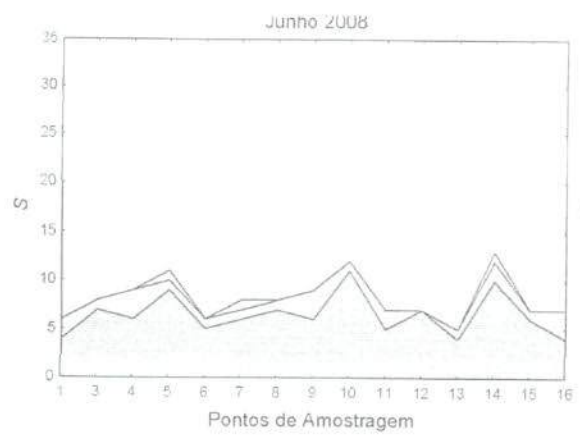
IBAMA/CODAD/GO
 Ins.: 69612
 Nome: [Assinatura]
 Cargo: [Assinatura]
 Departamento: Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
Pis: 696 kg
1249
Estado Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO

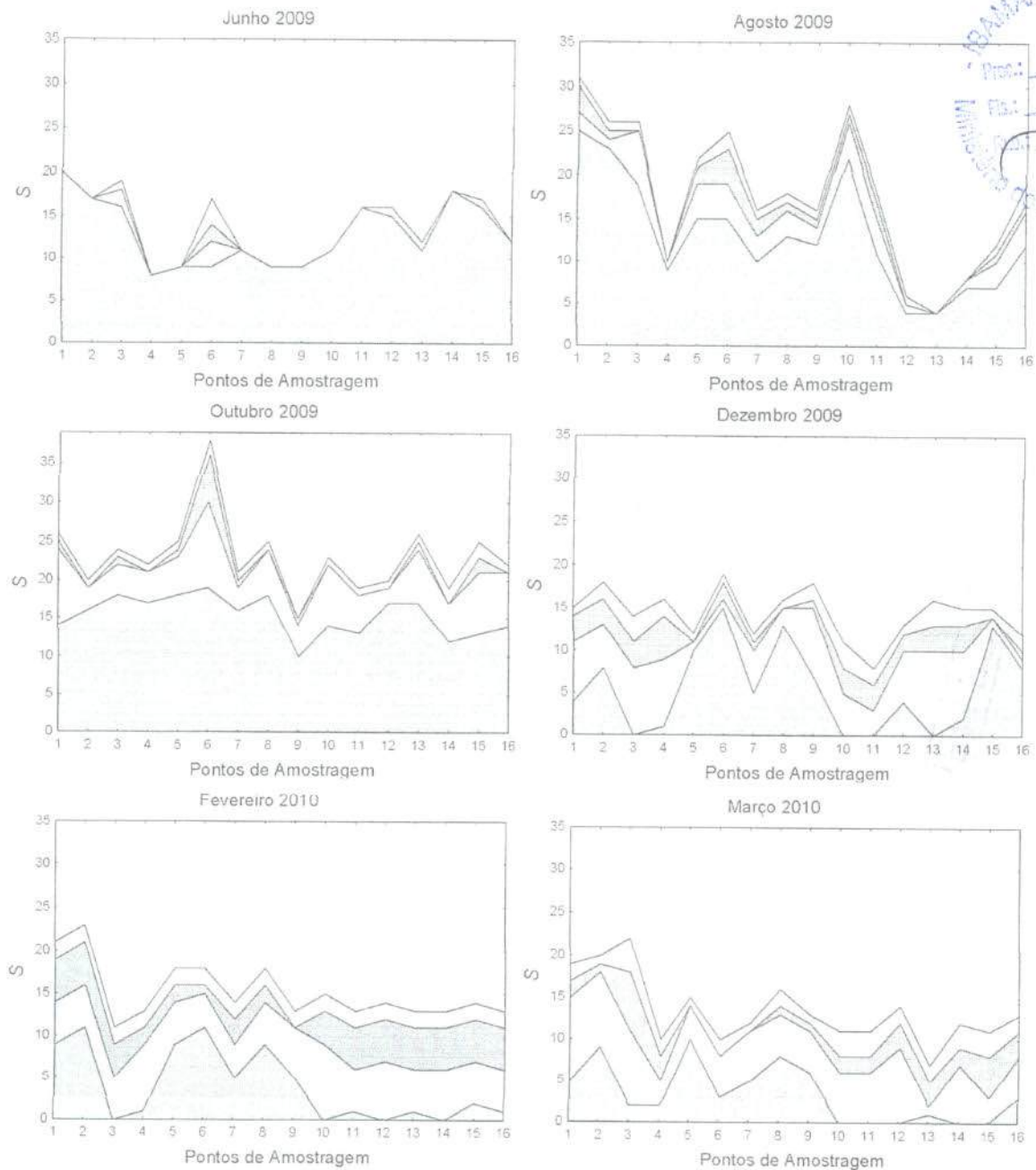


Figura 24. Variação espacial e temporal da riqueza de espécies do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão.

Além destes pontos destacam-se os elevados valores de densidade observados no rio São Marcos, imediatamente acima da barragem, no ponto 3 (Figura 25). Nestes pontos de amostragem foi registrado o predomínio marcante dos grupos tipicamente planctônicos, como rotíferos e microcrustáceos (Figura 25; Tabela 8).

EM BRAN

EM BRAN



Entre as espécies mais abundantes do zooplâncton destacaram-se, mais uma vez, em março, os cladóceros, representados, especialmente, neste último período de amostragem, por *Diaphanosoma birgei* e *Ceriodaphnia cornuta*, abundante principalmente no rio São João da Cruz (Ponto 10) e no ribeirão Pires (Ponto 11) (Tabela 8).

Entre os testáceos destacaram-se, mais uma vez, *Centropyxis aculeata*, e ainda *Arcella discoides* (Tabela 8). Entre os rotíferos, destacaram-se as espécies *Conochilus coenobasis*, *Ascomorpha ecaudis* e *Hexarthra intermedia* (Tabela 8).

Para os copépodes, destacaram-se, mais uma vez, suas formas jovens, especialmente as larvas (náuplios) da família Cyclopidae, embora os jovens (copepoditos) de Diaptomidae tenham sido também bastante abundantes em março de 2010 (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 e Sendacz, 1985; Lopes et al., 1997; Lansac-Tôha et al., 1999; Serafim Jr, 2002).

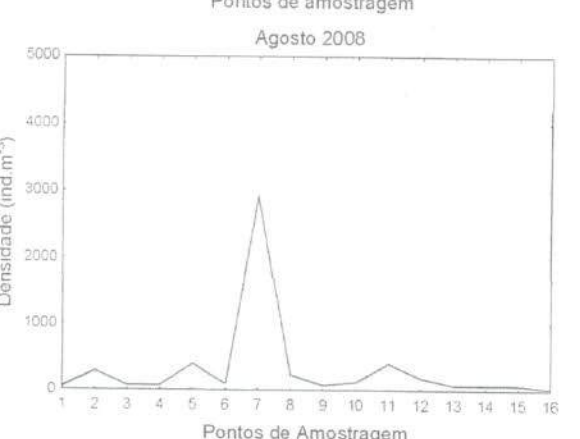
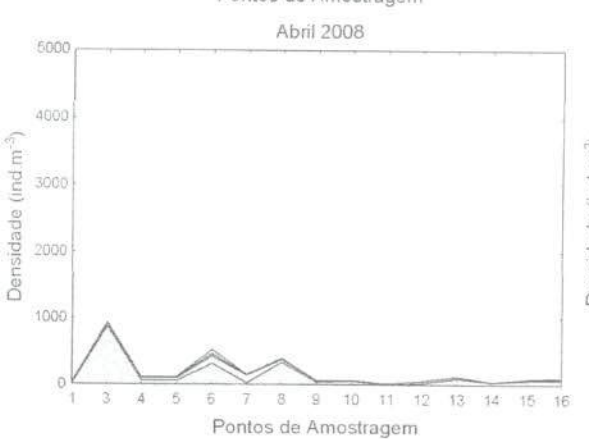
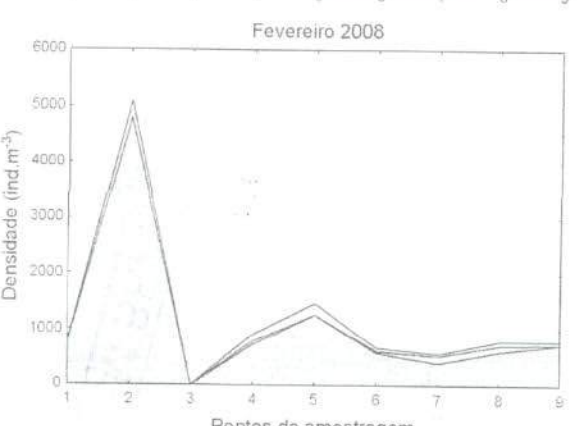
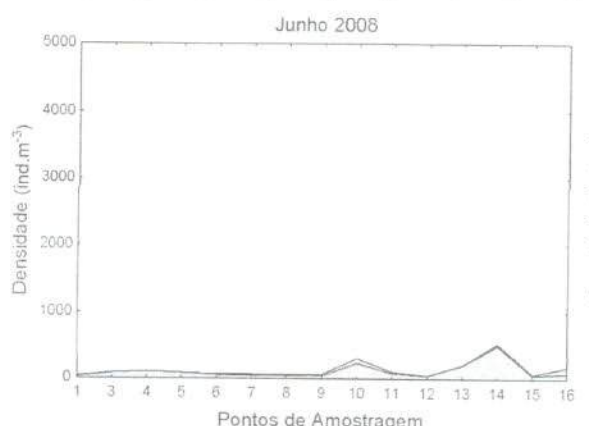
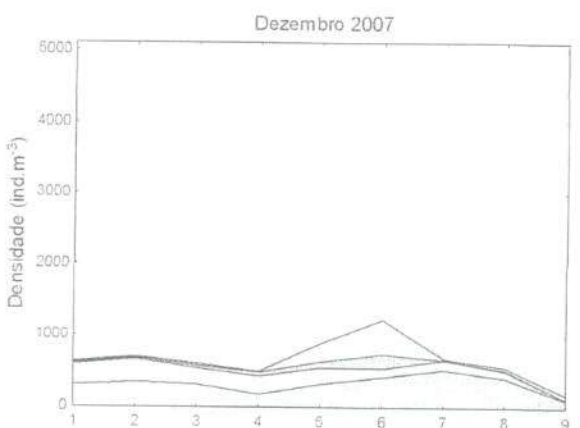
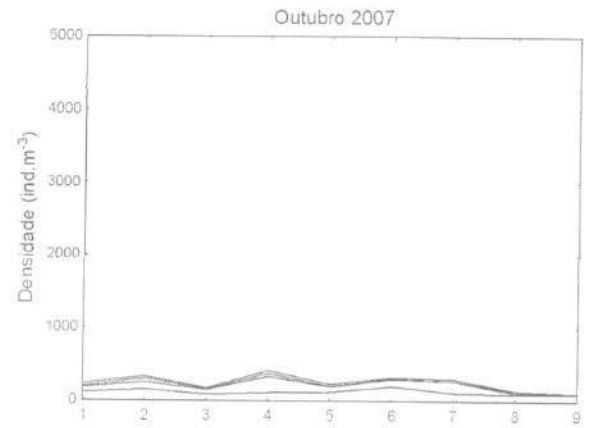
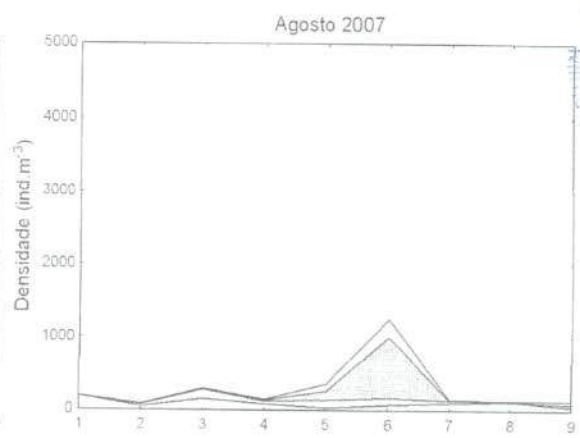
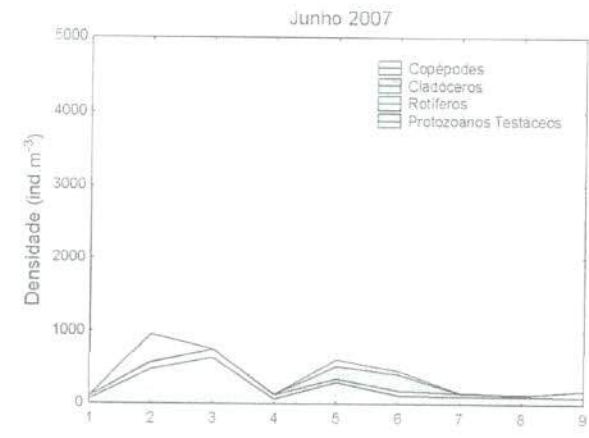
Entre os adultos, por outro lado, observou-se o predomínio dos Diaptomídeos, essencialmente *Notodiaptomus cearensis* (Tabela 8). Estes copépodes são mais bem adaptados a condições de reduzido tempo de residência da água e por isso sugerem o predomínio de tais condições nas áreas lânticas do reservatório. Entre os ciclopídeos, a co-ocorrência das espécies do gênero *Thermocyclops* foi mais uma vez observada na área de estudo, no entanto com o predomínio de *T. minutus* em março (Tabela 8). Esta espécie tem sido registrada como dominante entre os ciclopídeos em reservatórios de bacias preservadas, sugerindo uma boa qualidade ambiental para a área de estudo neste último período de amostragem, pelo menos em parte da área amostrada.

AMMA/COAD/GO
Prof: 596610
Fl: 1251
Rub: [assinatura]
MMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO



INMAM/COAD/GO
 Nº: 696/10
 Pá: 1052
 Tm:
 Instituto de Meio Ambiente



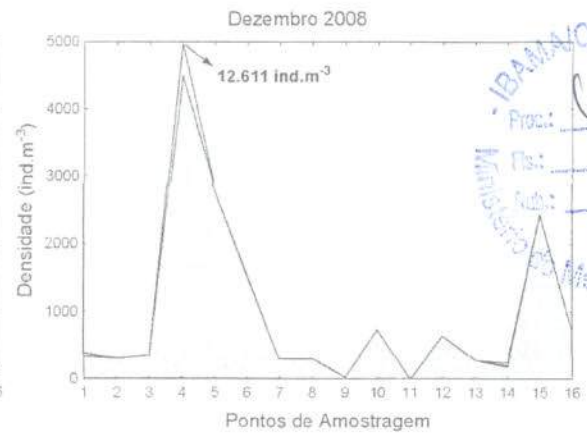
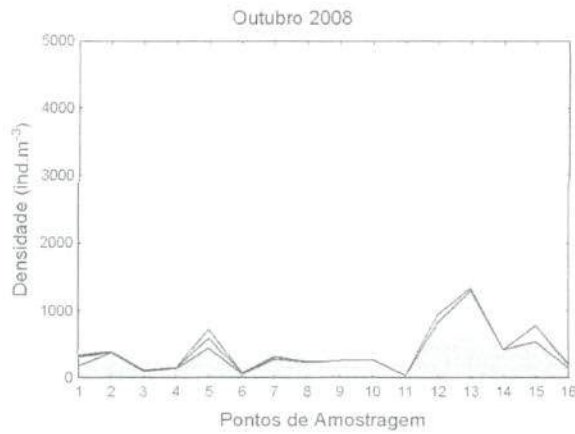
EM BRANCO

EM BRANCO

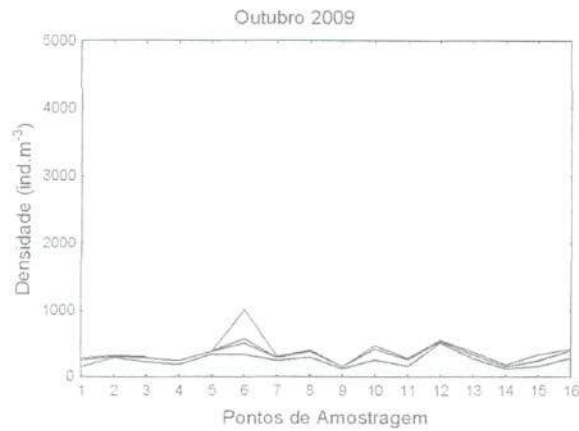
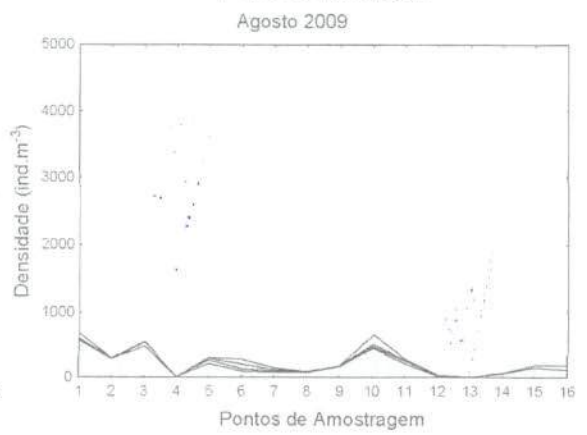
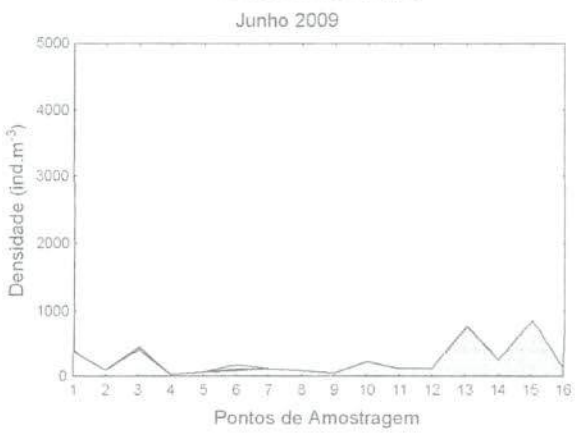
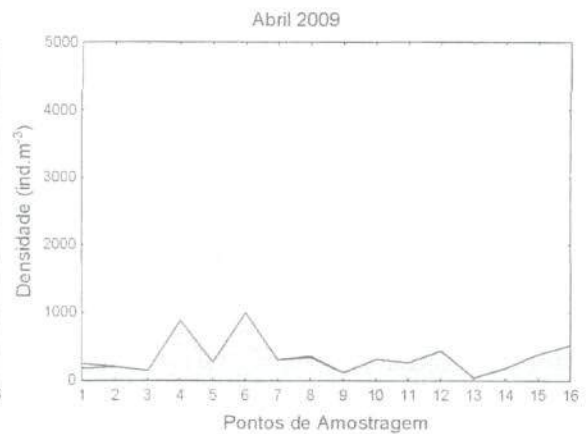
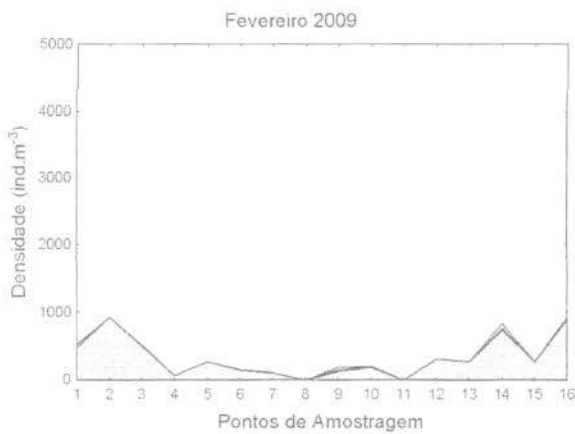
EM BRANCO

EM BRANCO





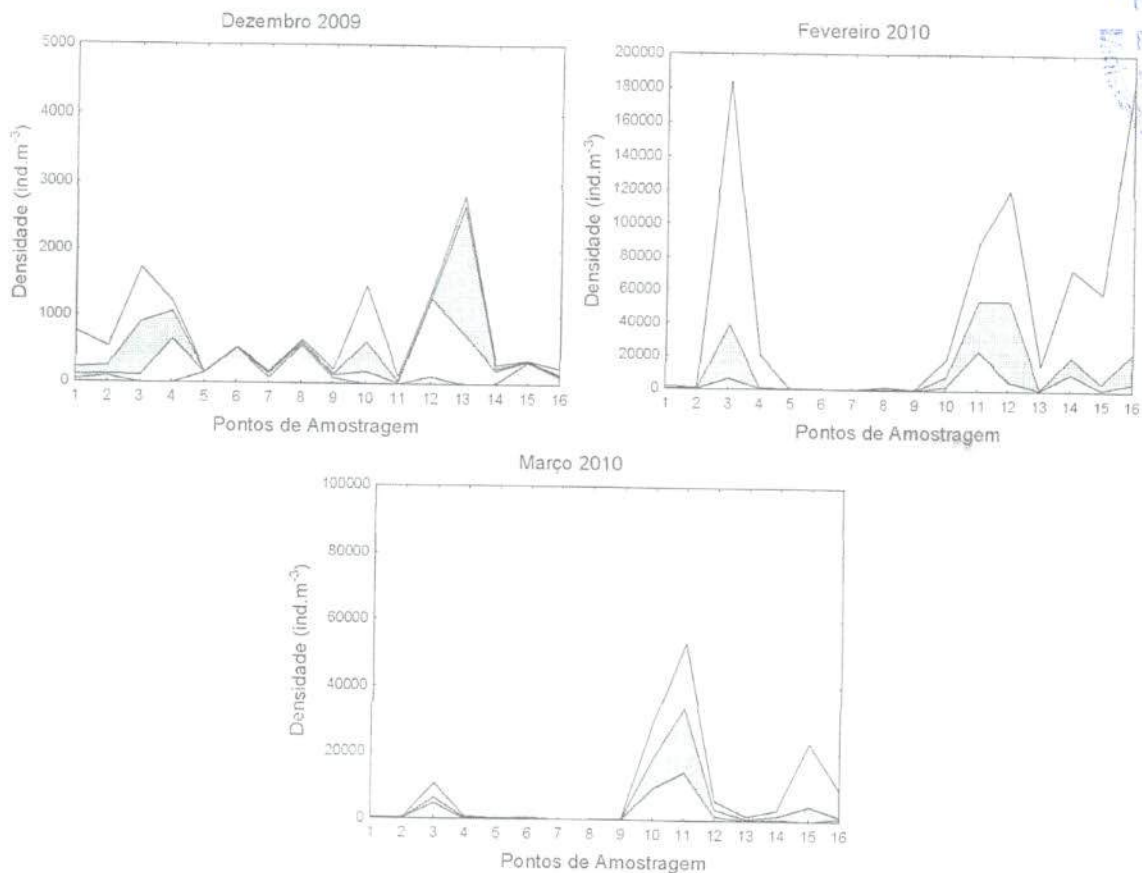
IBAMA/COAD/Gd
 Proc.: 696/0
 Fl.: 153
 Sub: PA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO

EM BRANCO





IBAMA/COAD/GO
 Proc.: 696/10
 1154
 MMA
 Conselho de Meio Ambiente

Figura 25. Variação espacial e temporal da abundância do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão.

Diversidade e Equitabilidade

Em março de 2010, maiores valores do índice de diversidade foram observados, em geral, no rio São Marcos, nos pontos 1, 2 (a jusante da barragem) e no ponto 5 (a montante), além dos rios São Domingos e São Bento (Pontos 7 e 8) e córrego Fundo (Ponto 9) (Figura 26), fortemente influenciados pelos valores de riqueza de espécies, que apresentaram seus maiores valores nestes pontos (Figura 26).

Por outro lado, os menores valores de índice de diversidade foram observados nos pontos 4, 6 e 16 (rio São Marcos) e no córrego Pirapetinga (Ponto 15), onde foram também observados, em geral, os menores valores de riqueza de espécies e equitabilidade (Figura 26).

EM BRANCO



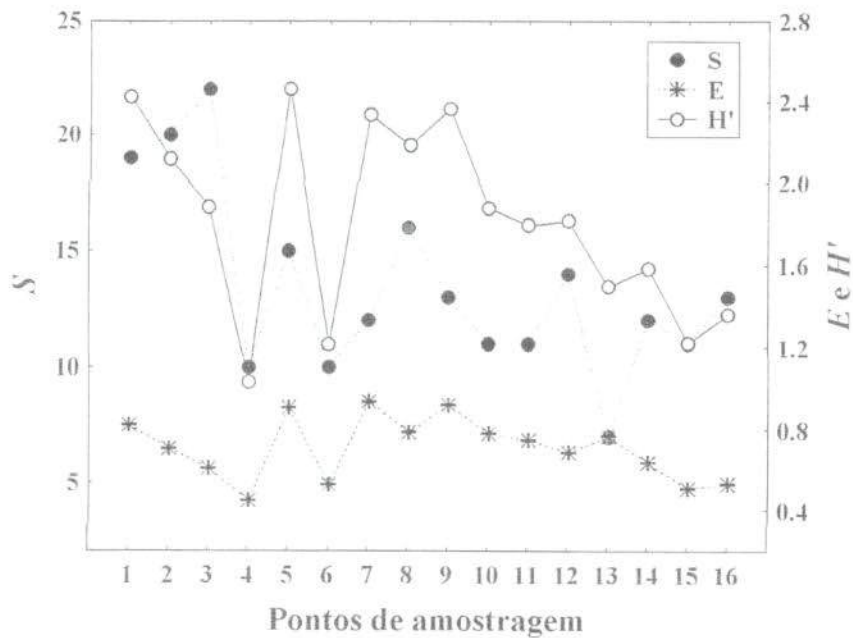


Figura 26. Variação espacial da riqueza de espécies (S), Equitabilidade (E) e Índice de diversidade (H') do zooplâncton nos diferentes pontos de amostragem da área de influência do reservatório de Serra do Facão, em março de 2010.

5.6.3. Zoobentos

A comunidade bentônica registrada em março de 2010, fase de enchimento do reservatório de Serra do Facão, revelou a presença de 5 táxons, apresentando uma redução de 7 táxons em relação à amostragem realizada em dezembro de 2009 e 2 à menos do que anotado em fevereiro de 2010 (Tabela 9). A riqueza vem mantendo-se extremamente baixa, desde o período de início de enchimento.

A riqueza apresentou diminuição de 1 táxon em alguns locais e no ponto 12 não foi encontrado nenhum organismo da comunidade bentônica (Figura 27). Todos os táxons amostrados são resistentes às alterações que estão ocorrendo no reservatório. Um gênero de Trichoptera e uma família de Coleoptera que foram amostrados em fevereiro não foram registrados na presente amostragem. Esses resultados refletem a decomposição da vegetação submersa que provoca alterações na qualidade da água.

EM BRANCH



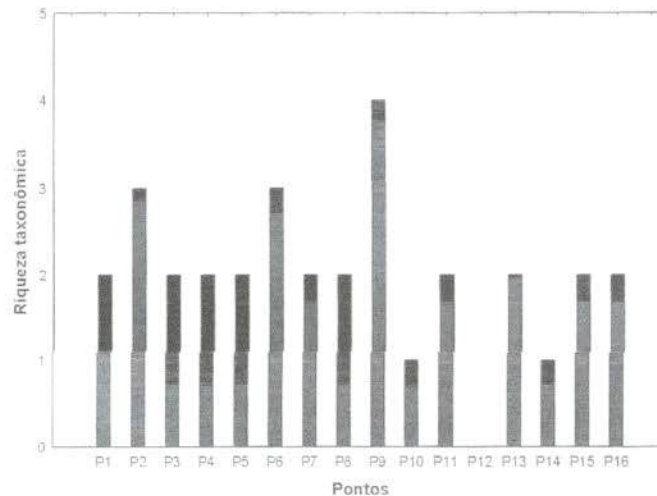


Figura 27. Riqueza taxonômica dos pontos amostrados março de 2010 (fase enchimento).

A abundância total apresentou maior valor em alguns locais devido aumento da densidade de Chironomidade e Oligochaeta. Esses táxons não foram registrados em todos os locais, ao contrário da maioria das amostragens anteriores (Figura 28 e Tabela 9).

Em todos os locais amostrados no reservatório foi registrada alta quantidade de matéria orgânica, devido à decomposição da vegetação inundada. A baixa riqueza e o aumento da densidade de alguns táxons eram esperados. A menor riqueza taxonômica e a menor abundância total foram registradas no ponto 12, ou seja, não foi identificado nenhum organismo (Figuras 27 e 28). 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). Em ambientes lânticos, 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).

Os pontos localizados a jusante do reservatório, apresentaram redução da riqueza e aumento da densidade de Chironomidae desde o início do enchimento do reservatório (pontos 1, 2, 7, 8 e 9). Geralmente esses locais

EM BRANC



696/10
1257
Meio Ambiente - MMA

sofrem com a descarga de água anóxica advinda do reservatório, refletindo na comunidade bentônica (Figuras 27 e 28 e Tabela 9).

Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores densidades, assim como durante o monitoramento realizado entre julho de 2007 e fevereiro de 2010. 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). 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.

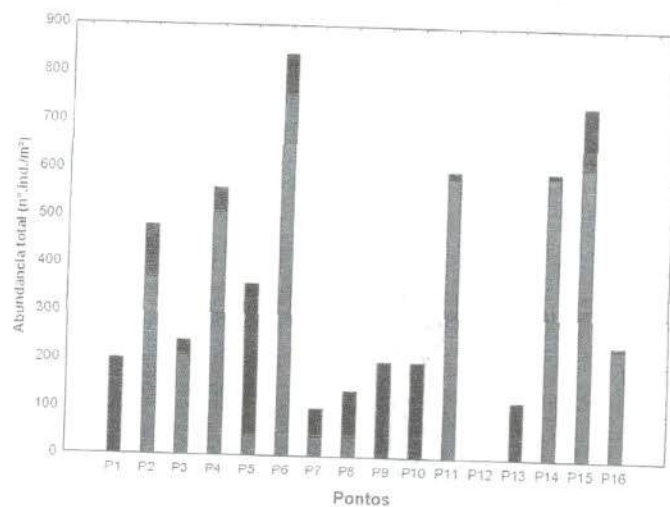


Figura 28. Abundância total dos pontos amostrados março de 2010 (Fase enchimento).

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 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

EM BRANC



devido ao tipo de substrato, formado por areia e matéria orgânica na maioria dos locais monitorados.

6096/60
 12/28
 ANEXO I
 Conselho do Meio Ambiente - MMA

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

Táxons/Pontos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Diptera																
Chironomidae	120	400	40	480	240	40	60	80	120	0	480	0	40	600	440	0
Collembola	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida																
Oligochaeta	80	40	120	80	120	760	40	60	50	200	120	0	80	0	300	200
Hirudinea	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	40
Nematoda																
Nemertea	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertine	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abundância total	200	480	240	560	360	840	100	140	200	200	600	0	120	600	740	240
Riqueza taxonômica	2	3	2	2	2	3	2	2	4	1	2	0	2	1	2	2

Assim como em todos os meses amostrados, em março de 2010 (fase de enchimento do reservatório), os táxons Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores abundâncias médias e frequências taxonômicas. Além desses táxons, foram amostrados apenas Hirudinea, Nematoda e Nemertine, que são comuns em áreas alagadas e resistem às alterações na qualidade da água (Figuras 29 e 30).

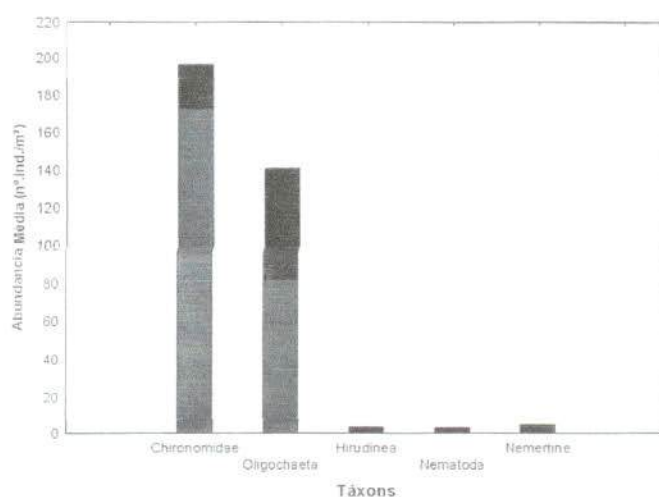


Figura 29. Abundância média dos táxons amostrados em março de 2010 (Fase enchimento).

EM BRAND



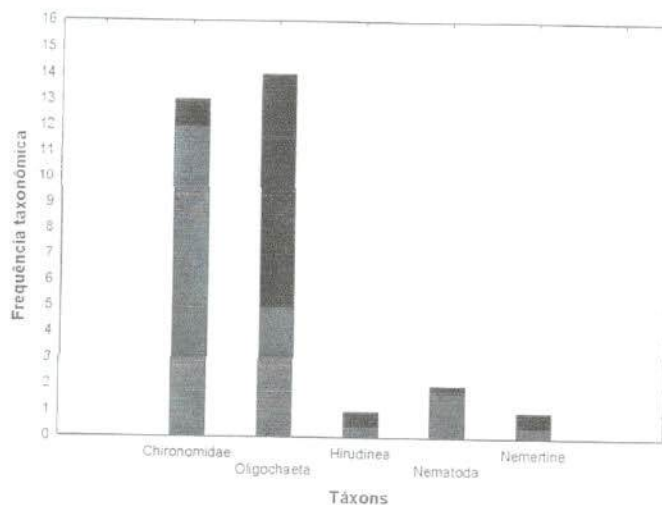


Figura 30. Frequência dos táxons amostrados em março de 2010 (Fase enchimento).

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, 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).

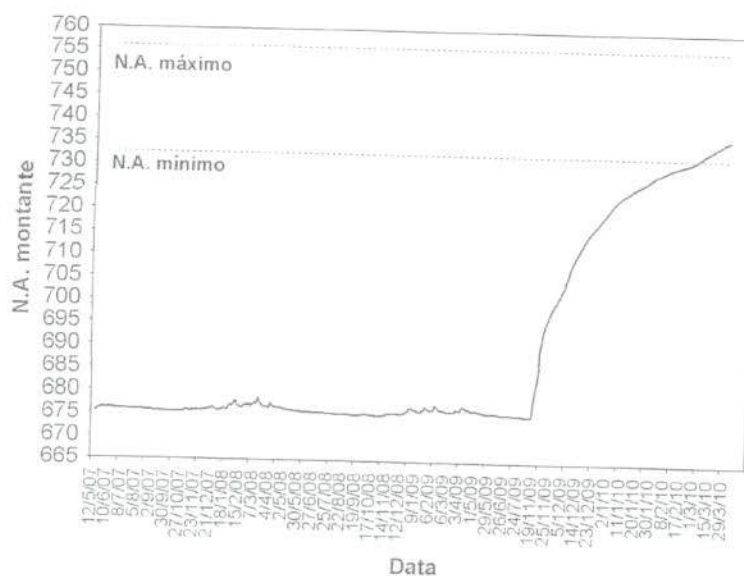
Durante o levantamento taxonômico das macrófitas aquáticas, realizado em entre julho de 2007 e março de 2010, na área de influência do AHE Serra do Facão, não foi observada a presença dessas plantas.

COADIGO
696/10
1259
AA
Ambiente - MMA

EM BRANCO

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 29 e 31 de março de 2010, a cota do reservatório havia alcançado o nível de 736,77 m (N.A. a montante) (Figura 31).



EM BRANCO



fósforo total principalmente em dezembro de 2009 e janeiro de 2010. Além disso, houve um acréscimo significativo nas concentrações de clorofila-a, que pode ser explicado pelo menor tempo de residência da água e pelo incremento de alguns nutrientes como, por exemplo, o acréscimo de fósforo.

Durante esse período de enchimento, o ponto 9 (córrego Fundo) freqüentemente apresentou os maiores valores de condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos (STD), dureza e alcalinidade, indicando a elevada concentração de íons nesse ambiente, principalmente, íons carbonato e bicarbonato. Tais resultados são similares àqueles obtidos durante todo o período de monitoramento na fase rio (entre julho de 2007 e outubro de 2009). Pode-se afirmar que tais resultados seja conseqüência da maior influência antrópica nesse córrego, devido a uma antiga mineração. No entanto, devido a pequena área de drenagem desse tributário, além de sua localização à jusante da futura barragem, pode-se considerar que sua influência sobre as características limnológicas do futuro reservatório e sua jusante será desprezível.

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 março de 2010, no reservatório da UHE Serra do Facão, apresentou 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 4 (rio São Marcos) e 15 (ribeirão Pirapetinga);
- valor de turbidez superior a 100 NTU no ponto 8 (rio São Bento);
- valor de cor superior a 75 mg Pt/L nos pontos 1, 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) e 8 (rio São Bento);
- concentração de fósforo total superior a 0,05 mg/L nos pontos 2 (rio São Marcos, jusante da barragem), 8 (rio São Bento) e 9 (córrego Fundo);
- concentrações detectáveis de óleos e graxas nos pontos 2, 8, 9, 11 e 13;
- densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml nos pontos 7 (córrego São Domingos) e 8 (rio São Bento).

De maneira geral, entre julho de 2007 e março de 2010, foi possível observar que todos os locais apresentaram concentrações de sólidos totais



EM BRANCC



dissolvidos (STD), sulfato, cloreto, nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA.

Em março de 2010, a maior parte das transgressões da referida resolução foi obtida nos pontos localizados à jusante da barragem da UHE Serra do Facão. Além disso, nesse mês, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de IQA indicando "Boa qualidade das águas", assim como observado em janeiro e fevereiro de 2010. Os valores do IVA também foram elevados.

Em março de 2010, terceira amostragem da fase de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 130 táxons, os quais estiveram distribuídos entre 9 grupos taxonômicos. Este número foi similar ao verificado em fevereiro de 2010 e como registrado neste mês, em março de 2010 os principais grupos taxonômicos quanto a diversidade foram Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae foram os principais grupos qualitativamente, e representaram 37%, 23%, 15% e 12% do total de táxons registrado. Estes grupos têm sido os melhores representados qualitativamente nos ambientes monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão, durante toda a fase rio e nas primeiras amostragens da fase de enchimento do reservatório. Cyanobacteria apresentou maior contribuição em relação aos primeiros meses da fase de enchimento do reservatório e foram representadas por táxons tipicamente planctônicos.

Registrou-se um incremento dos valores de riqueza de espécies e densidade fitoplanctônica em relação ao mês anterior, especialmente nos pontos com características lênticas, o que se deve ao maior tempo de retenção da água e maior transparência em decorrência do enchimento. Os valores de biomassa fitoplanctônica foram baixos e caracterizaram condições oligotróficas (biovolume $< 2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) em todos os pontos monitorados em março de 2010, de acordo com os critérios de Vollenweider (1968).

As clorofíceas, criptofíceas, dinofíceas e bacilariofíceas apresentaram maior contribuição à densidade e biomassa fitoplanctônica em março de 2010, e foram representados principalmente por espécies de pequeno tamanho celular, os quais são comuns nesta fase de instabilidade ambiental em decorrência do enchimento do reservatório.

EM BRANCC



As análises da composição, riqueza de espécies e abundância da comunidade zooplanctônica, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, em março de 2010, evidenciaram padrões semelhantes aos obtidos nos 2 primeiros períodos de amostragem da fase pós-represamento (dezembro de 2009 e fevereiro de 2010), sendo observada uma redução no número de espécies e menor riqueza de espécies, associadas a redução da contribuição de espécies pseudo-planctônicas como os testáceos, e um incremento expressivo na abundância do zooplâncton, decorrente da redução da velocidade de corrente/tempo de renovação da água, nesta fase pós-represamento.

Assim como observado em fevereiro, 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. Por outro lado, nas áreas mais influenciadas pelo barramento, com maior redução na velocidade de corrente, observaram-se o predomínio de grupos tipicamente planctônicos, como rotíferos e microcrustáceos, e os maiores valores de abundância do zooplâncton.

Em relação à abundância, observou-se em março uma redução em relação aos valores observados em fevereiro, no entanto os valores são ainda muito superiores aos registrados na fase pré-represamento.

Ressalta-se, mais uma vez, o amplo predomínio de microcrustáceos, em março, em termos de abundância, destacando-se espécies de grande porte, como aquelas pertencentes às famílias Daphnidae e Sididae, entre os cladóceros, e Diaptomidae, entre os copépodes. Como discutido em relatório anterior, tal dominância caracteriza, em geral, ambientes com elevado tempo de residência da água.

Por fim, o predomínio do ciclopídeo *Thermocyclops minutus*, em relação à sua espécie congênica, *T. decipiens*, sugere uma boa qualidade ambiental para a área de influência da UHE Serra do Facão, neste último período de amostragem.

A comunidade bentônica verificada em março 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

EM BRANCO

EM BRANCO



696/10
1264
CONAMA
Conselho Nacional do Meio Ambiente - MMA

organismos pertencentes a família Chironomidae e a subclasse Oligochaeta. Resultados semelhantes foram encontrados por Morgan et al. (2006). Nesta amostragem foram registrados apenas 5 táxons, o que reflete as alterações na qualidade da água decorrente do enchimento do reservatório.

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 e fevereiro de 2010. Em março ocorreu uma redução da riqueza de táxons em alguns pontos e no ponto 12 não foi amostrado nenhum organismo. É importante um maior acúmulo de dados para verificar as 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* 19: 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.
- 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.
- CHÉTELAT, J. et al., 2006. Potamoplankton size structure and taxonomic composition: Influence of river size and nutrient concentrations. *Limnology Oceanography*, 51: 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 Parana River (Argentina). *Hydrobiologia*, 639: 5-19.
- 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).
- 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.

EM BRANCO

- 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 Limnológica Brasiliensis*, 18: 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: *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: Fundíbio/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*. 3rd 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.
- 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., 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.* 113: 161-187.

EM BRANCO



- 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 zooplancônica*. 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 interdisciplinary 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: Springer-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	mg/L	11	12	9	5	5	16	4	75	11	9	11	6	8	17	4
Alumínio	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
Cádmio	mg/L	<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
Cianetos	mg/L	<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	mg/L	<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	µg/L	<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	mg/L	2,5	2,0	2,0	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	µS/cm	27	29	14	10	4	28	7	174	13	16	16	7	12	32	4
Cor	mg Pt/L	39	21	11	41	67	244	33	22	10	14	24	44	34	61	59
Cromo	mg/L	<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	mg/L	1,9	1,4	1,3	1	3,5	3,6	3,6	3	0,2	2,5	1,6	1,8	1,7	2	1,7
DQO	mg/L	14	15	12	11	19	17	8	7	11	13	4	5	15	4	10
Dureza	mg/L	30	26	12	16	22	36	30	72	18	22	24	18	16	34	24
Fenóis totais	mg/L	<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	mg/L	0,22	0,17	0,1	0,24	0,26	0,79	0,12	0,11	0,07	0,1	0,12	0,26	0,25	0,41	0,28
Fluoreto	mg/L	<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	mg/L	0,044	0,038	0,018	0,019	0,115	0,095	0,06	0,392	0,024	0,021	0,058	0,022	0,017	0,052	0,051
Manganês	mg/L	<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
MST	mg/L	108,74	61,38	38,49	37,42	230	154,5	270,37	145,9	20,89	27,38	37,62	36	27,16	57,53	96
Mercurio	mg/L	<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	mg/L	0,46	0,36	0,44	0,21	0,33	0,86	0,54	0,38	0,34	0,3	0,55	0,44	0,2	0,44	0,43
Nitrato	mg/L	0,3	0,1	0,1	0,2	0,4	1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
Nitrito	mg/L	0,004	0,003	0,002	0,006	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,16	0,16	0,14	0,11	0,13	0,46	0,14	0,08	0,14	0,1	0,15	0,14	0,1	0,14	0,13
Óleos e graxas	mg/L	4,7	0,8	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	mg/L	7,1	6,8	3,4	5,9	5,1	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	7,5	7,2	7,9	6,5	6,3	6,4	6,8	5,71	7,0	6,92
Temperatura ambiente	°C	27	-	25	26	25	25	25	25	25	26	27	28	26	25	25
Temperatura da água	°C	26,27	26,72	27,1	25,61	23,52	26,4	22,5	24,1	27,3	27,33	26,4	25,19	24,82	22,77	23,8
Turbidez	NTU	42,1	30,5	5,11	27	137	341	78,1	73,5	5,17	5,18	29,5	17,2	16,3	56,5	11,78
STD	mg/L	7,26	7,62	3,51	4,58	5	10,63	3,1	72,1	4,11	5,62	6,38	3	3,84	7,47	<0,01
Sulfato	mg/L	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	mg/L	<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	mg/L	<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	NMP/100ml	16000	1700	>16000	3500	>16000	>16000	2200	9200	470	5400	230	940	1100	2200	9200
Coliformes fecais	NMP/100ml	200	170	Ausente	45	1700	16000	210	330	Ausente	Ausente	45	61	40	140	460



EM BRANCO



ANEXO I. 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	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
Cádmio	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
Cianetos	mg/L	<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	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
Clorofila-a	µg/L	19,28	10,24	13,92	8,19	1,98	19,27	1,17	3,55	<0,1	10,10	7,37	8,46	9,56	16,38	4,09
Cloreto	mg/L	<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	µS/cm	18	19	26	8	8	36	12	190	23	15	10	8	5	10	7
Cor	mg P/L	41	31	9	7	18	146	19	4	7	8	5	1	6	6	10
Cromo	mg/L	<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	mg/L	1,8	0,5	0,8	0,5	1,3	1,5	1,3	0,6	0,7	1,1	1,4	0,5	0,6	1,6	2
DQO	mg/L	4	3	2	2	5	6	4	2	3	4	5	1	3	4	7
Dureza	mg/L	16	14	14	10	8	22	8	72	14	12	8	10	4	10	8
Fenóis totais	mg/L	<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	mg/L	0,64	0,58	0,1	0,05	0,23	0,73	0,3	0,08	0,06	0,04	0,07	0,07	0,1	0,1	0,16
Fluoreto	mg/L	<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	mg/L	0,0326	0,0259	0,0132	0,0084	0,0177	0,1931	0,0243	0,2230	0,0149	0,0110	0,0071	0,0083	0,0083	0,0254	0,0132
Manganês	mg/L	<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	mg/L	23	13	13	7	38	169	48	21	6	5	4	7	8	12	12
MSO	mg/L	8	8	6	5	11	32	13	7	3	5	3	3	5	6	3
MSI	mg/L	15	5	7	2	27	137	35	14	3	<1	1	4	3	6	9
Mercurio	mg/L	<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	mg/L	0,71	0,55	0,28	0,21	0,39	0,67	0,26	0,53	0,28	0,29	0,16	0,27	0,17	0,28	0,26
Nitrato	mg/L	0,3	0,2	0,1	<0,1	0,1	0,6	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Nitrito	mg/L	0,002	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,21	0,25	0,08	0,01	0,09	0,27	0,06	0,03	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06
Óleos e graxas	mg/L	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	mg/L	0,0232	0,0177	0,0088	0,0044	0,0099	0,0880	0,0136	0,2020	0,0110	0,0083	0,0027	0,0033	0,0027	0,0083	0,0049
Oxigênio dissolvido	mg/L	5,17	6,37	3,86	4,56	6,79	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	7,5	7,7	7,5	6,9	6,7	6,5	6,9	6,6	6,2	6,16
Temperatura ambiente	°C	29,5	28	24	25,5	25,2	25,4	26	25	28,5	27	27,5	25,9	26	26	25
Temperatura da água	°C	26,4	26,5	27,5	28	24,8	23,8	25,4	26,6	29,2	28,5	29,4	27,9	27,4	27,5	26,8
Turbidez	NTU	23,6	11,7	2,7	1,9	30,4	23,7	35	32	3	2	2	2	3	4	9
STD	mg/L	9	9	13	4	4	18	3	95	11	9	4	3	5	4	3
Sulfato	mg/L	1	2	<1	<1	3	<1	3	8	<1	<1	<1	<1	<1	1	1
Urânio	mg/L	<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	mg/L	0,0141	0,0235	0,0203	0,0084	0,0506	0,0109	0,0279	0,0132	0,0041	0,04	0,0032	0,0059	0,0035	0,0159	0,0185
Coliformes totais	NMP/100ml	>16000	790	2100	460	700	>16000	9200	9200	3500	16000	3500	1400	240	700	3500
Coliformes fecais	NMP/100ml	1100	18	Ausente	Ausente	92	>16000	1400	330	20	Ausente	18	Ausente	Ausente	Ausente	120



EM BRANCO



ANEXO I. 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	mg/L	12	11	9	4	3	19	5	86	10	8	6	5	4	5	4
Alumínio	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
Cádmio	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
Cianetos	mg/L	<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	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
Clorofila-a	µg/L	36,60	1,49	4,91	0,82	1,64	4,91	2,46	2,18	3,28	6,28	3,28	1,91	3,55	3,82	<0,01
Cloreto	mg/L	<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	µS/cm	26	28	24	9	8	43	12	223	23	25	10	7	7	11	8
Cor	mg Pt/L	44	68	15	8	17	38	14	1	13	17	9	6	9	17	17
Cromo	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
DBO ₅	mg/L	0,5	4,6	0,6	0,1	1,2	1,2	0,1	0,3	0,3	0,5	2,5	1	0,9	3,3	4,7
DOO	mg/L	1	7	1	1	7	5	1	3	7	4	4	2	5	6	11
Dureza	mg/L	16	10	12	8	8	18	8	80	8	10	8	10	6	8	6
Fenóis totais	mg/L	<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	mg/L	0,98	1,53	0,09	0,07	0,22	0,66	0,3	0,05	0,09	0,09	0,14	0,09	0,15	0,24	0,24
Fluoreto	mg/L	<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	mg/L	0,0348	0,0382	0,0066	<0,001	0,0049	0,0038	0,0049	0,1239	0,0049	0,0055	<0,001	<0,001	<0,001	0,0149	0,0033
Manganês	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02	<0,010	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
MST	mg/L	7	5	4	9	11	8	4	3	2	5	5	3	2	2	4
MSO	mg/L	5	2	1	8	6	2	2	0	2	3	4	2	1	1	3
MSI	mg/L	2	3	3	1	5	10	6	3	0	2	1	1	1	1	1
Mercurio	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
NTK	mg/L	0,67	0,72	0,29	0,44	0,32	0,38	0,26	0,24	0,28	0,29	0,27	0,44	0,35	0,38	0,47
Nitrato	mg/L	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrito	mg/L	0,006	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,37	0,52	0,09	0,04	0,12	0,08	0,06	0,04	0,08	0,09	0,07	0,04	0,05	0,08	0,07
Óleos e graxas	mg/L	V.A.	V.A.	0,8	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	mg/L	0,0271	0,0315	<0,001	<0,001	0,0027	<0,001	<0,001	0,1201	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0022	<0,001
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,9	6,2	5,4	5,6	6,9	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	7,5	7,7	7,8	7,3	7	7,1	7,1	7,4	7,2	7,6
Temperatura ambiente	°C	29	28	31	33	29	27	30	31	31	30	32	32	31	29	27
Temperatura da água	°C	27	26	29	30	27	25	28	29	29	28	30	30	29,4	29	26
Turbidez	NTU	20	20,9	3,4	1,7	17,1	14,1	6,7	5	3	4	2,4	1,7	1,9	2,6	3,7
STD	mg/L	13	13	12	5	4	24	7	112	11	12	5	4	4	4	4
Sulfato	mg/L	1	2	1	1	1	1	<1,0	5	<1,0	1	1	1	1	1	1
Urânio	mg/L	<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	mg/L	0,0136	0,0184	0,0042	0,0079	<0,0001	0,0061	0,0062	0,0034	0,066	<0,0001	0,0072	0,007	0,0054	0,0093	<0,0001
Coliformes totais	NMP/100ml	2800	3500	170	220	9200	16000	2400	2200	>16000	2600	9200	2800	4700	220	9200
Coliformes fecais	NMP/100ml	700	940	Ausente	Ausente	790	330	170	20	460	45	9200	20	40	20	20



EM BRANCO



ANEXO I. 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	mg/L	18	15	11	9	5	5	8	76	11	12	8	7	8	12	8
Alumínio	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
Cádmio	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
Cianetos	mg/L	<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	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
Clorofila-a	µg/L	<0,01	6,30	0,55	3,82	1,09	1,09	3,90	<0,01	5,46	3,82	2,46	2,46	0,55	3,55	0,27
Cloroeto	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	7,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Condutividade elétrica	µS/cm	30	46	19	10	7	26	40	179	21	18	11	9	9	11	13
Cor	mg Pt/L	152	148	14	14	19	21	53	88	14	14	13	12	12	15	13
Cromo	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
DBO ₅	mg/L	0,5	4,1	2,4	1,5	2,0	4,5	2,2	2,1	3,5	2,6	0,7	1,9	1,4	2,1	1,2
DQO	mg/L	57	50	59	29	17	31	50	35	44	56	59	58	58	42	21
Dureza	mg/L	14	14	8	6	4	4	8	66	8	6	6	6	6	6	4
Fenóis totais	mg/L	0,004	0,008	0,001	0,001	0,024	0,001	0,002	0,014	0,004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,01
Ferro	mg/L	2,9	2,77	0,07	0,06	0,17	0,13	0,67	0,08	0,08	0,07	0,17	0,14	0,13	0,11	0,21
Fluoreto	mg/L	0,18	0,01	0,15	0,04	<0,01	<0,01	0,12	0,76	0,22	<0,01	0,24	0,02	0,03	0,09	0,17
Fósforo total	mg/L	0,050	0,051	<0,001	0,001	0,002	0,042	0,078	0,210	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,018	<0,001
Manganês	mg/L	<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
MST	mg/L	15	28	8	5	53	21	86	19	4	3	7	6	6	12	4
MSO	mg/L	8	7	2	4	15	5	17	1	4	2	5	6	6	6	<1
MSI	mg/L	7	21	6	1	38	16	69	18	<1	1	2	<1	<1	6	4
Mercurio	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
NTK	mg/L	1,19	1,34	0,40	0,67	0,43	0,38	0,41	0,53	0,40	0,41	0,60	0,48	0,33	0,54	0,59
Nitrato	mg/L	1,0	0,9	0,3	0,2	0,3	0,5	0,7	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
Nitrito	mg/L	0,005	0,005	0,009	0,009	0,012	0,014	0,009	0,011	0,013	0,010	0,011	0,008	0,009	0,009	0,009
Nitrogênio amoniacal	mg/L	0,89	0,94	0,20	0,17	0,13	0,18	0,21	0,23	0,20	0,21	0,20	0,18	0,23	0,24	0,29
Óleos e graxas	mg/L	V.A.	7,3	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.
Orto-fosfato	mg/L	0,035	0,042	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	0,175	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,4	8,1	6,2	4,9	7,7	7,3	8,5	7,7	5,7	6,2	5,1	6,6	6,3	4	5,2
pH	-	6,8	6	6,2	6,7	6,5	6,7	7,3	7,6	7,0	6,8	6,7	6,6	6,8	6,7	6,5
Temperatura ambiente	°C	35	30	31	30	33	30	33	30	28	28	29	31	32	35	34
Temperatura da água	°C	26,1	26,7	28,2	28,7	27,5	25,7	24,2	27,1	27,1	28,2	28,6	29,1	29	29,1	27,7
Turbidez	NTU	31	41	3	1,4	30,8	24	27,4	23,0	1,6	1,5	1,83	1,16	1,45	1,4	2,3
STD	mg/L	15	22	9	5	3	13	4	89	21	8	6	4	6	5	6
Sulfato	mg/L	3	12	2	1	3	3	3	5	3	1	1	1	1	1	1
Urânio	mg/L	<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	mg/L	0,0308	0,035	0,0345	0,023	0,0274	0,0462	0,0234	0,0237	0,0363	0,036	0,0364	0,0321	0,0524	0,0295	0,0517
Coliformes totais	NMP/100ml	460	140	78	210	1400	16000	9,200	3500	Ausente	260	2400	45	45	1700	470
Coliformes fecais	NMP/100ml	460	45	Ausente	Ausente	490	940	9200	220	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente



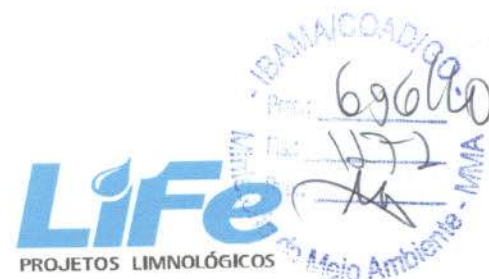
EM BRANCO

ANEXO 05 CERTIFICADOS DE ANÁLISES LABORATORIAIS



**6. Relatório Monitoramento Limnológico e da
Qualidade da Água do Reservatório da UHE Serra do
Facão – Abril 2010**

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 Abril 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. Alline Caetano Luz

Análise das comunidades aquáticas

Biólogo Dr. Luiz Felipe Machado-Velho (Zooplâncton)

Bióloga Dr. 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. Cota do reservatório	11
5.2. Variáveis abióticas	11
5.3. Variáveis bacteriológicas	56
5.4. Toxicidade crônica da água para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	59
5.5. Índice de Qualidade da Água (IQA)	60
5.6. Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquática (IVA)	63
5.7. Parâmetros biológicos	65
5.7.1. Fitoplâncton	65
5.7.2. Zooplâncton	82
5.7.3. Zoobentos	91
5.7.4. Macrófitas aquáticas	97
6. Considerações finais	98
7. Referências	101
ANEXO II - Resultados do monitoramento limnológico na área de influência do AHE Serra do Facão, entre dezembro de 2009 e abril de 2010.	105

EM BRANCO

1. Introdução

Este relatório técnico apresenta os resultados obtidos na quinta 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 possui 87 metros de altura máxima e demandou a construção de um túnel de desvio de 292 metros de extensão. O eixo da barragem tem 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. A área de inundação abrange terras de seis municípios, cinco em Goiás (Catalão, Davinópolis, Campo Alegre de Goiás, Ipameri e Cristalina) e um em Minas Gerais (Paracatu).

O reservatório atinge 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 1 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

EM BRANCO



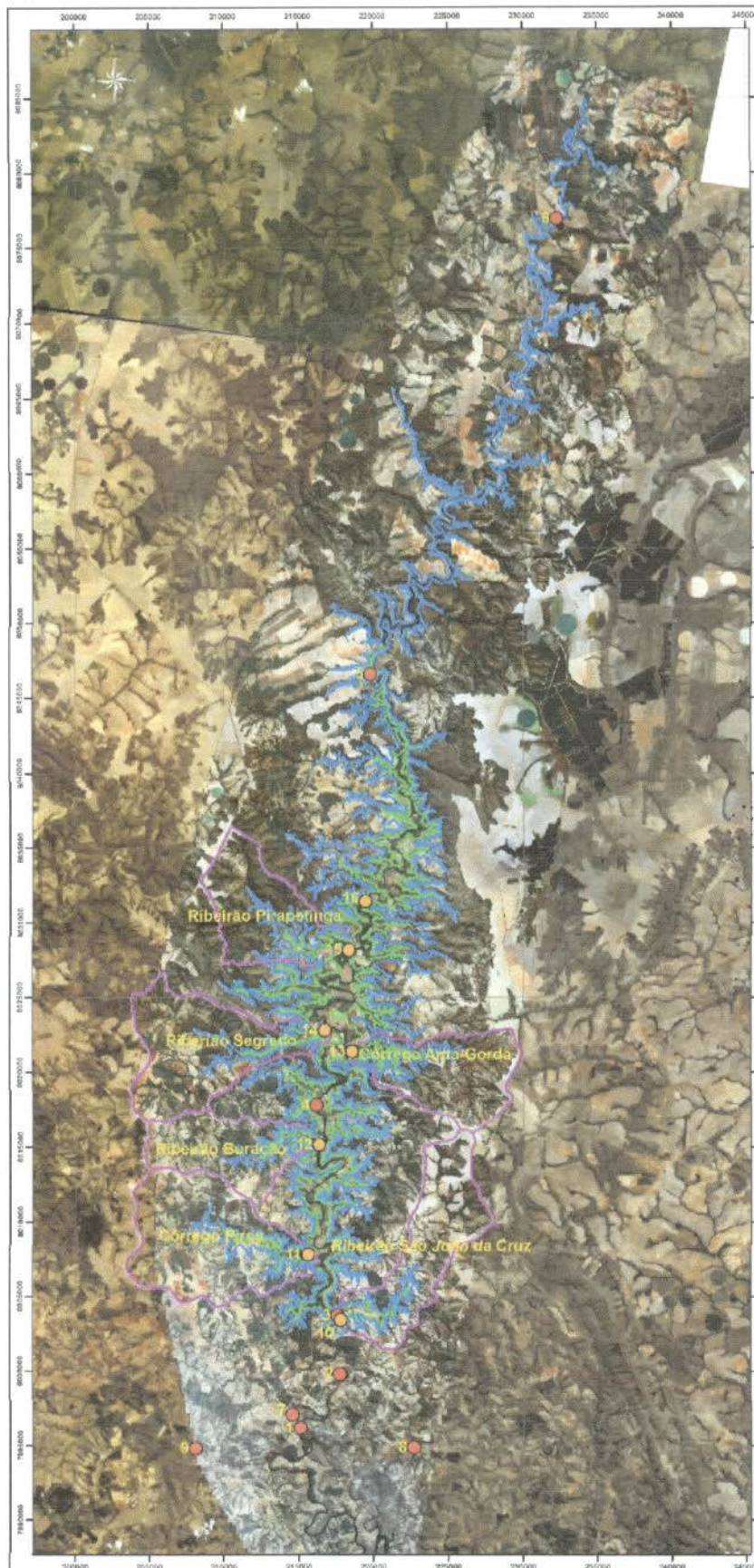
características limnológicas do trecho do rio São Marcos que será afetado pela barragem da UHE Serra do Facão.



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



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	215955	7996205	Rio São Marcos - Ponte GO 210
2	217750	7999817	Rio São Marcos - Jundi e Uningrafo de osuante
3	217263	8008727	Rio São Marcos - Mont. Jor. Rio. São João da Cruz
4	216510	8007792	Rio São Marcos - Fonte dos Carapins
5	213758	8046582	Rio São Marcos - For. córrego do rio (200 m)
6	212262	8046992	Rio São Marcos - Ponte (200-220)
7	216219	7997120	Rio São Marcos (Margem Direita)
8	222078	7994806	Rio São Bento
9	208053	7994806	Córrego Fuzado
10	217785	8008438	Rio São João da Cruz a 400 m da faz.
11	215617	8007790	Rio Pires a 1000 m da faz.
12	216505	8015150	Rio Buracão a 200 m da faz.
13	218068	8011362	Córrego Amã a 400 m da faz.
14	218794	8027782	Rio Segredo a 500 m da faz.
15	218166	8038137	Rio Praperitanga a 200 m da faz.
16	218411	8011419	Rio São Marcos - Montão da Faz. Cor. Barmelinho

ESCALA GRÁFICA:



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.

EM BRANC



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 BR



- 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 BRANCC





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 N^o 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



696/10
28
MMA
Meio Ambiente

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

Em outubro de 2009, 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.

Entre julho e fevereiro de 2008 foram amostrados 9 pontos de coleta. A partir de abril de 2008 foram adicionados os pontos 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

EM BRANCO





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 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

EM BRANC



acordo com a seguinte literatura: Cook (1990), Pott e Pott (2000) e Lorenzi (2000).

5. Resultados

5.1. Cota do reservatório

Em Novembro de 2009 teve início o período de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Até o período de coleta, entre os dias 27 e 30 de abril de 2010, a cota do reservatório havia alcançado o nível de 741,03 m (N.A. a montante), alcançando assim a cota mínima do reservatório (Figura 2).

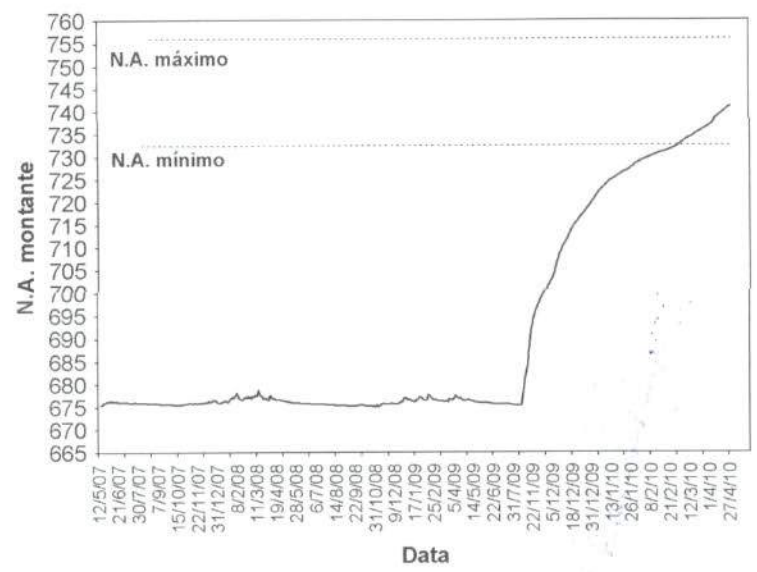


Figura 2. Nível do reservatório da UHE Serra do Facão entre dezembro de 2009 e abril de 2010 (quinto mês de enchimento do reservatório).

5.2. Variáveis abióticas

Em abril de 2010, a temperatura média do ar durante os trabalhos de campo foi igual a 30,2°C (Figura 3A). Os valores da temperatura da água variaram entre 23,2°C e 29,0°C (Figura 2B). Em média, esses valores foram similares àqueles mensurados em março de 2010 (valores médios iguais a 25,2°C em dezembro de 2009; 26,9°C em janeiro de 2010; 28,06°C em fevereiro; 27,3°C em março e 26,7°C em abril) (Figura 3B).

EM BRANCO



De maneira geral, entre julho de 2007 e abril de 2010 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 4).

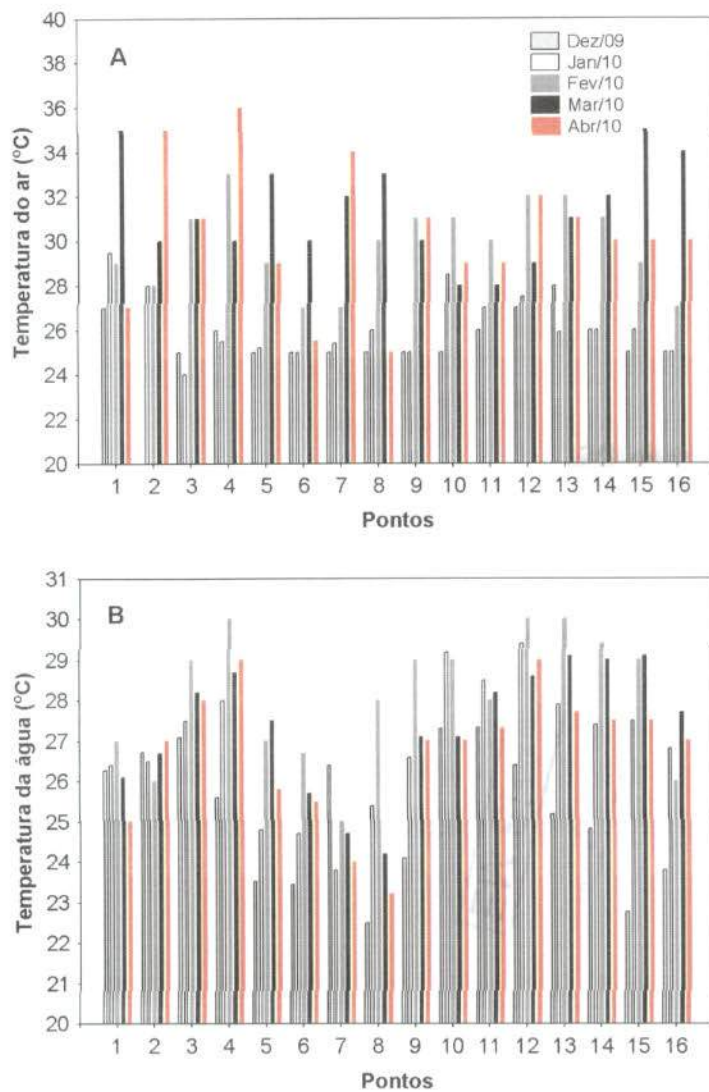


Figura 3. Valores de temperatura ambiente (A) e temperatura da água (B) na área de influência do AHE Serra do Facão, entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

EM BRANCO



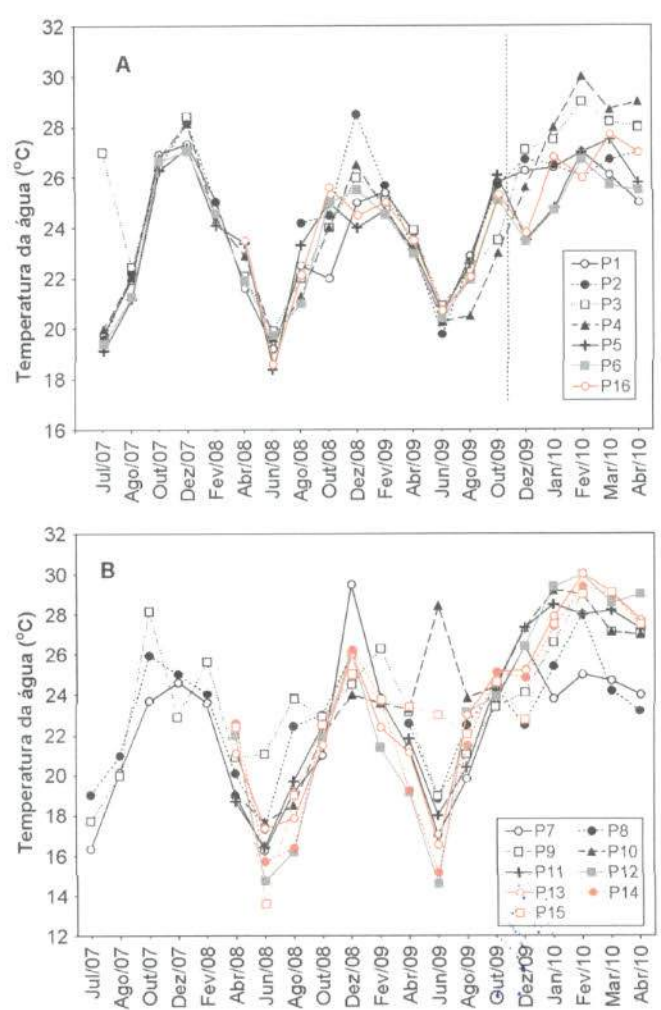


Figura 4. Variabilidade temporal dos valores de temperatura da água nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

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 abril de 2010, as concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 4,4 mg/L (ponto 4 - rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-506) e 9,0 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 5). Assim, nesse mês, somente o ponto 4 (rio São Marcos) apresentou concentração de oxigênio inferior ao limite mínimo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de

EM BRANCO



IBAMA/COAD/GO
696/10
1188
Meio Ambiente - MMA

março de 2005 para águas da classe 2 (5,0 mg/L). Em março de 2010, esse local também apresentou concentração inferior a 5,0 mg/L.

Em média, entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010, durante o início do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, houve redução nas concentrações de oxigênio dissolvido (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; 5,7 mg/L em fevereiro). Esse resultado era esperado, tendo em vista que durante o enchimento do reservatório ocorre a decomposição da matéria orgânica inundada, resultando em menores concentrações de oxigênio dissolvido. No entanto, em março e abril de 2010, houve um acréscimo nas concentrações desse gás (média igual a 6,45 mg/L em março e 7,09 mg/L em abril) (Figura 6).

Considerando todo o período monitorado, as menores concentrações de oxigênio dissolvido nos tributários foram detectadas durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão. Os pontos 3 e 16, localizados no rio São Marcos também apresentaram baixas concentrações desse gás no início do enchimento do reservatório. De maneira geral, entre julho de 2007 e abril de 2009 a maior parte das concentrações de oxigênio dissolvido foram superiores a 5,0 mg/L (limite preconizado pela Resolução CONAMA; Figura 6).

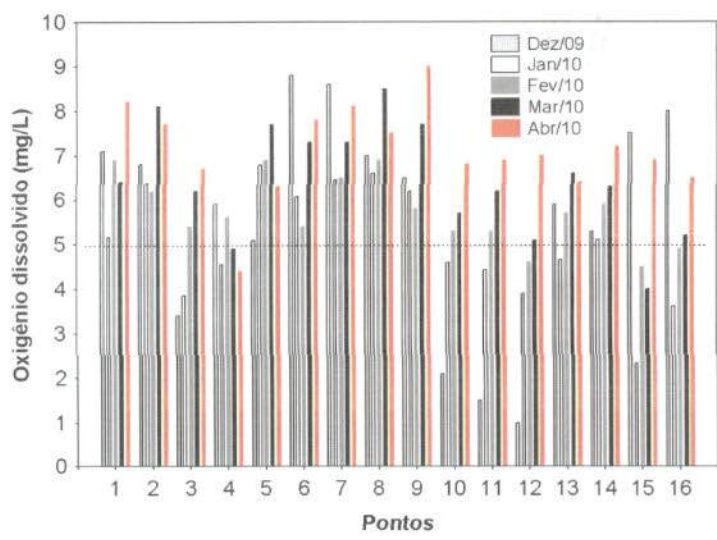


Figura 5. Concentrações de oxigênio dissolvido mensuradas entre dezembro de 2009 e março de 2010.

EM BRAS



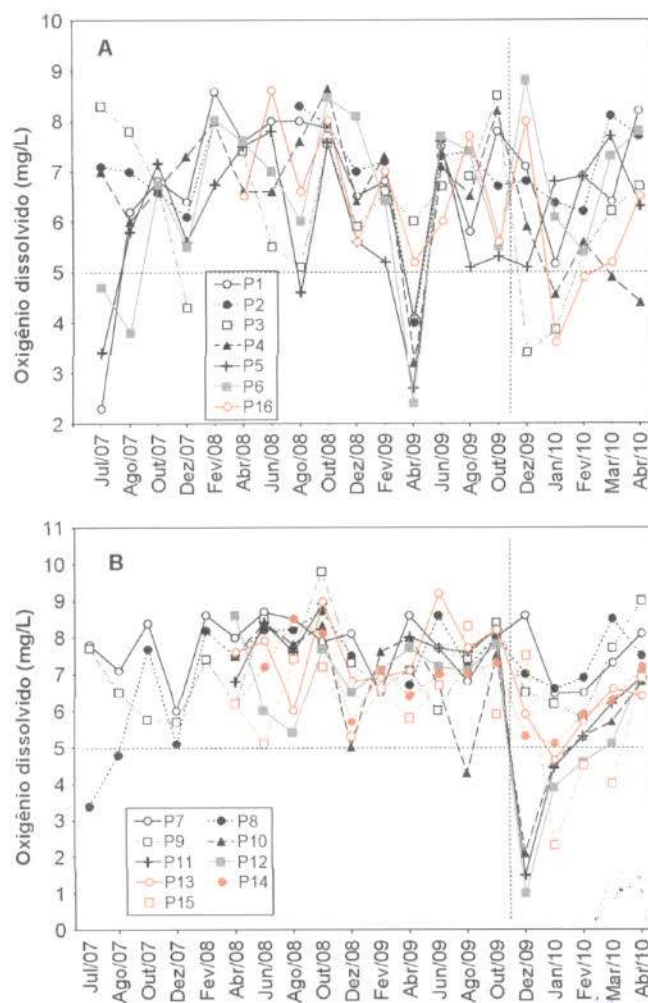


Figura 6. Variabilidade temporal das concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

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. O aumento da turbidez da água pode comprometer, direta ou diretamente, 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

EM BRANCO



particulado também pode fornecer sítios de fixação de metais pesados (e.g. cádmio, chumbo e mercúrio) e pesticidas.

Em abril de 2010, os valores de turbidez variaram entre 1,0 NTU e 32 NTU (ponto 2 - rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 7). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de turbidez inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (100 NTU).

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 8). O maior valor de turbidez (809 NTU) foi detectado em fevereiro de 2008 no ponto 2, o que pode ser explicado pelo desvio do rio São Marcos, que ocorreu no mesmo dia da coleta. Neste dia, o leito do rio passou a correr por dentro de um túnel escavado em rocha. Assim, a explosão desse túnel possivelmente causou um elevado aumento nos valores das variáveis indicadoras de luminosidade subaquática, a jusante da futura barragem.

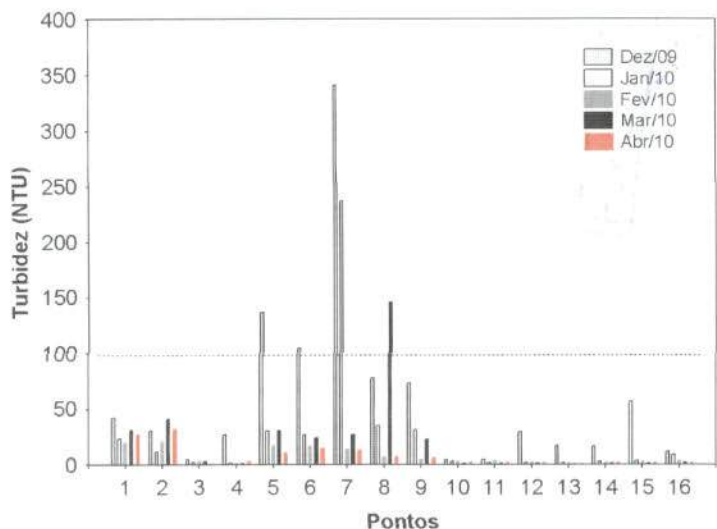


Figura 7. Valores de turbidez.

EM BRANCO



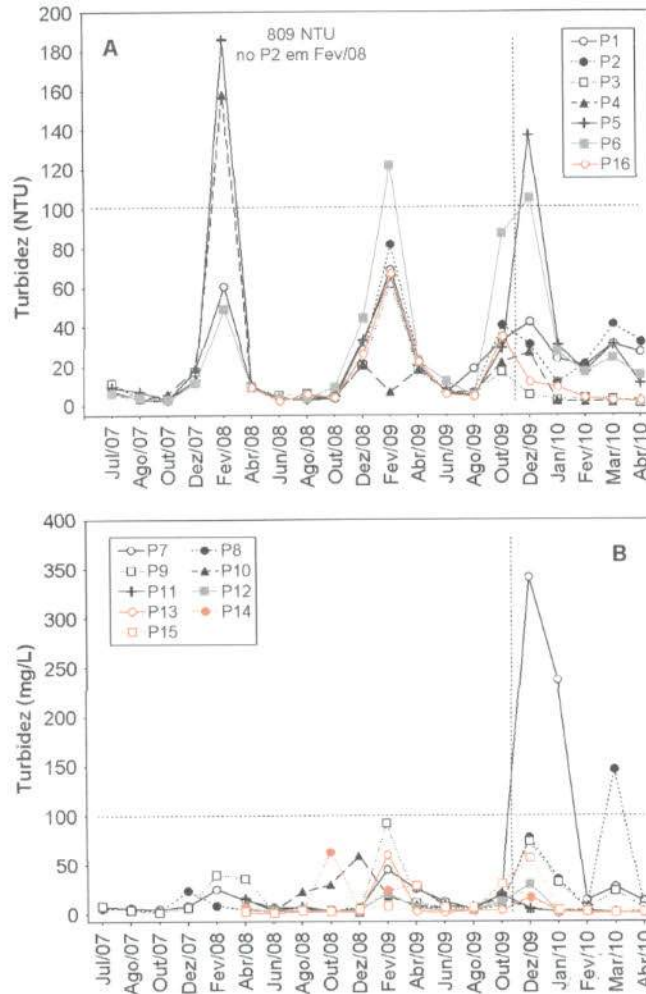


Figura 8. Variabilidade temporal dos valores de turbidez nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

Em abril, os valores de cor variaram entre 6 mg Pt/L e 272 mg Pt/L (ponto 2 – rio São Marcos, jusante da barragem). Nesse mês, os pontos 1 e 2 apresentaram valores de cor superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA (75 mg Pt/L) (Figura 9). Em março, os pontos 1 e 2 também apresentara valores superiores a 75 mg Pt/L.

Entre julho de 2007 e abril de 2010, a maior parte do trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou valores de cor inferiores ao referido limite (Figura 10). Além disso, durante o enchimento do reservatório, poucos locais apresentaram valores elevados de cor (pontos 1, 2, 7 e 8, todos localizados à jusante da barragem).

EM BRANCO

IDAM/COAD/Gd. 6866/0
 1292
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

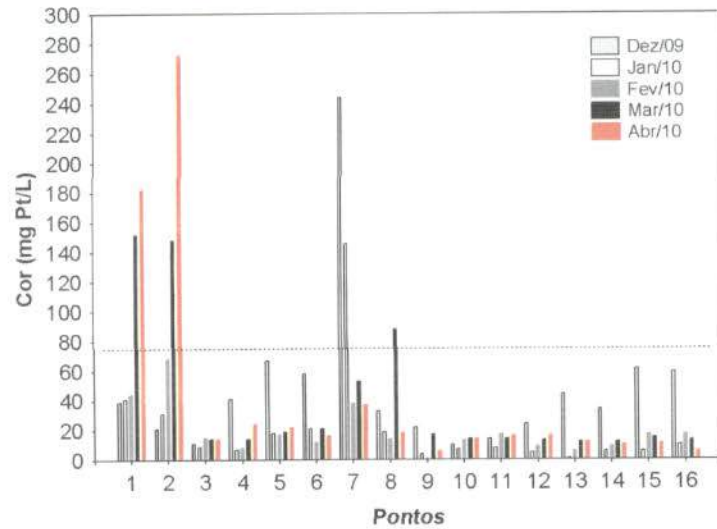


Figura 9. Valores de cor.

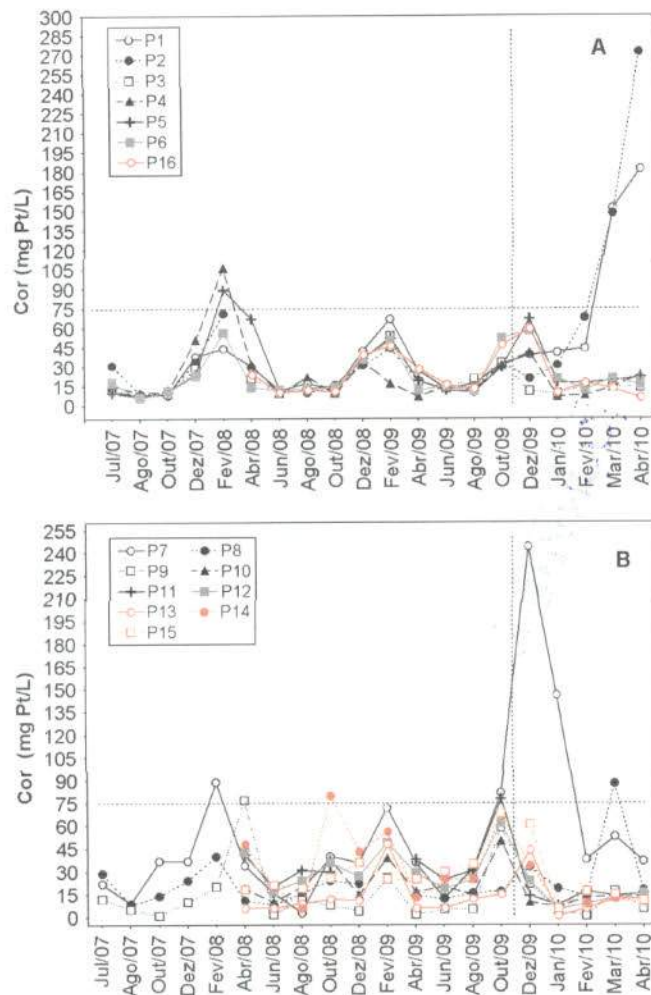


Figura 10. Variabilidade temporal dos valores de cor nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO



Em abril, houve um leve acréscimo nas concentrações de material em suspensão total, comparando com fevereiro e março de 2010. Nesse mês, tais concentrações variaram entre 1,0 mg/L e 50 mg/L (ponto 12 – ribeirão Buracão) (Figura 11). Em média, durante o período de enchimento, as menores concentrações de material em suspensão foram mensuradas em fevereiro e março de 2010 (valores médios iguais a 90,6 mg/L em dezembro de 2009; 26,43 mg/L em janeiro de 2010; 5,31 mg/L em fevereiro; 18,6 mg/L em março e 21,3 mg/L em abril). Assim como observado para os valores de turbidez, as maiores concentrações de material em suspensão total (MST) também foram mensuradas em fevereiro de 2008 e 2009 e, principalmente, em dezembro de 2009 (início do enchimento do reservatório) (Figura 12).

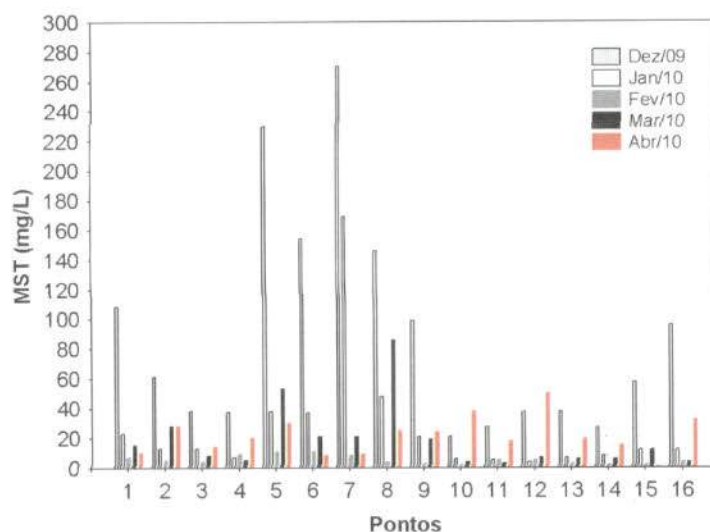
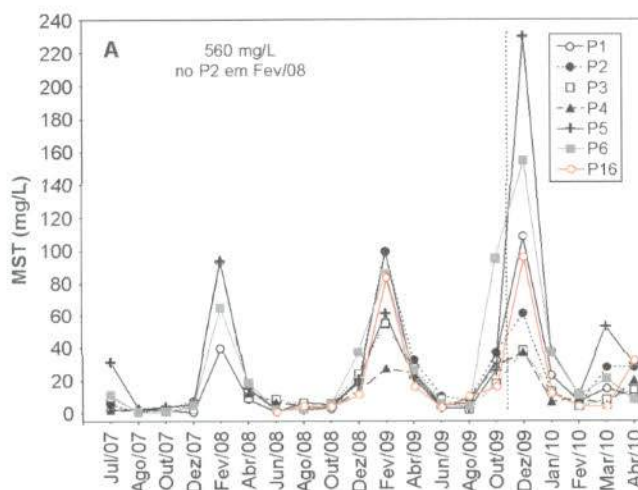


Figura 11. Concentrações de material em suspensão total (MST) mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.



EM BRANCC



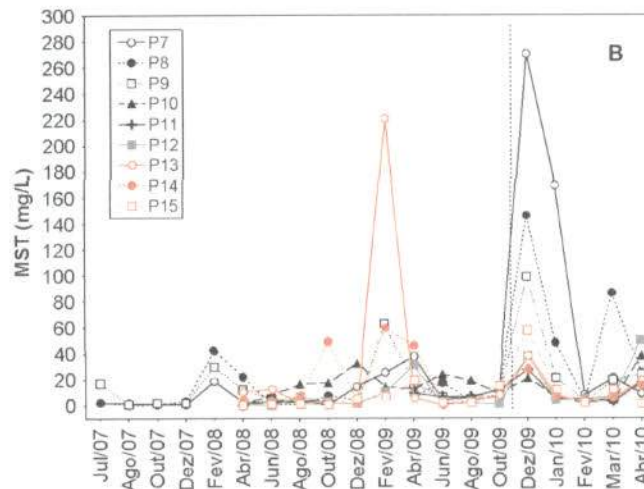
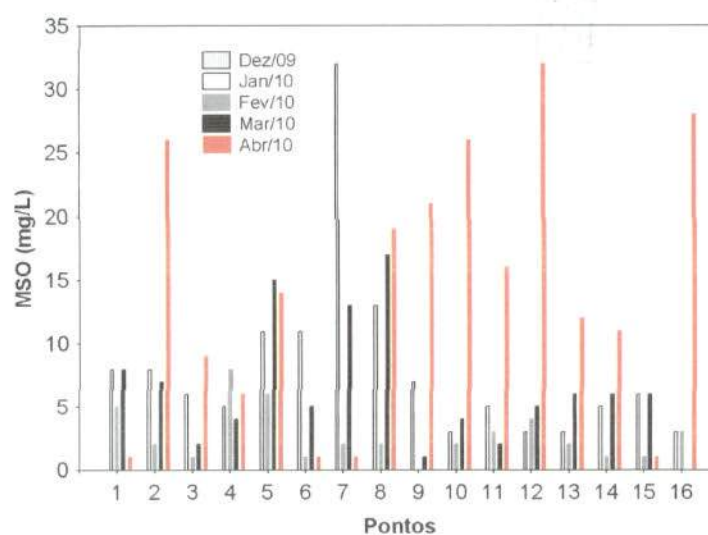


Figura 12. Variabilidade temporal das concentrações de material em suspensão total (MST) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

Em abril, ao contrário dos meses anteriores, a maior fração de material em suspensão foi de origem orgânica (valores médios iguais a 14 mg/L de material em suspensão orgânico e 7,3 mg/L de material em suspensão inorgânico) (Figuras 13A e 13B). As concentrações de material em suspensão orgânico (MSO) variaram entre 1,0 mg/L e 32 mg/L (ponto 12 – ribeirão Buracão), enquanto que as concentrações de material em suspensão inorgânico (MSI) variaram entre valores inferiores ao limite de detecção do método e 18 mg/L (ponto 12; Figura 13).



EM BRANCO

EM BRA



60640
 1995
 AA
 Ambiente - MMA

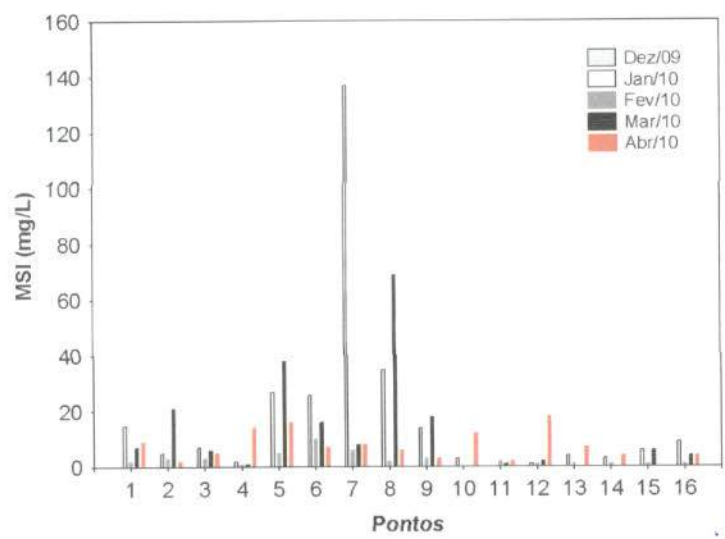
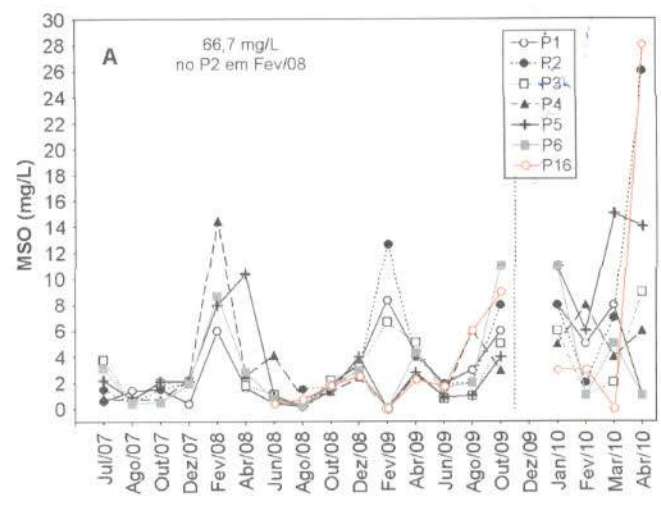


Figura 13. Concentrações de material em suspensão orgânico (MSO; A) e inorgânico (B) obtidas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

Entre julho de 2007 e abril de 2010, em média, as maiores concentrações de material em suspensão foi de origem inorgânica (valores médios iguais a 15,35 mg/L de material inorgânico e 3,88 mg/L de material orgânico) (Figuras 14 e 15).



EM BRANCO



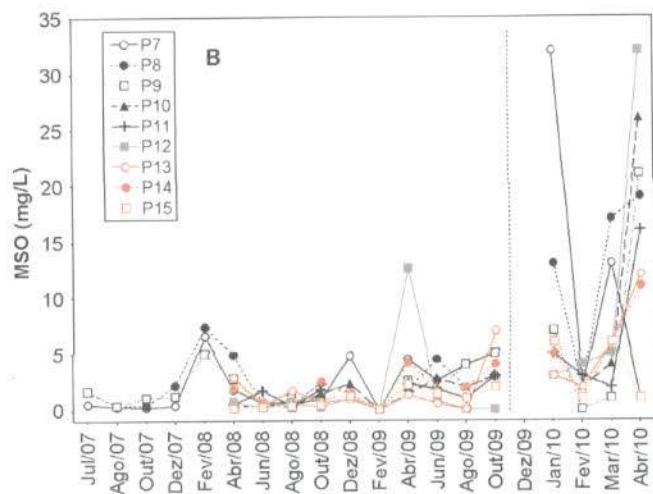


Figura 14. Variabilidade temporal das concentrações de material em suspensão orgânico (MSO) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

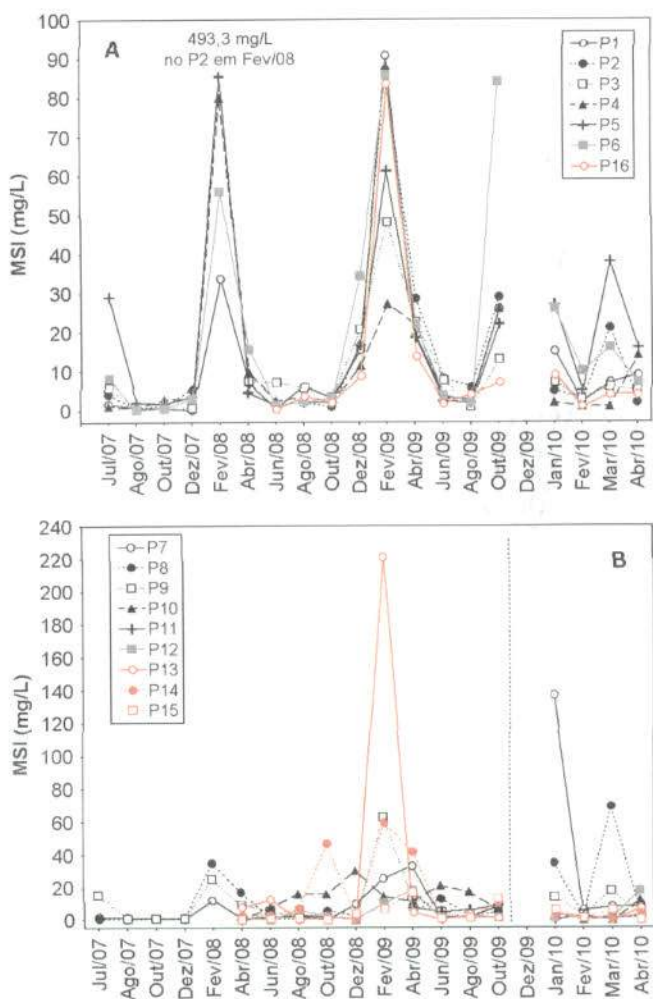


Figura 15. Variabilidade temporal das concentrações de material em suspensão inorgânico (MSI) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO



EM BRANC



IFMA/COAD/600
 698/00
 1298
 MMA
 Ambiente - MMA

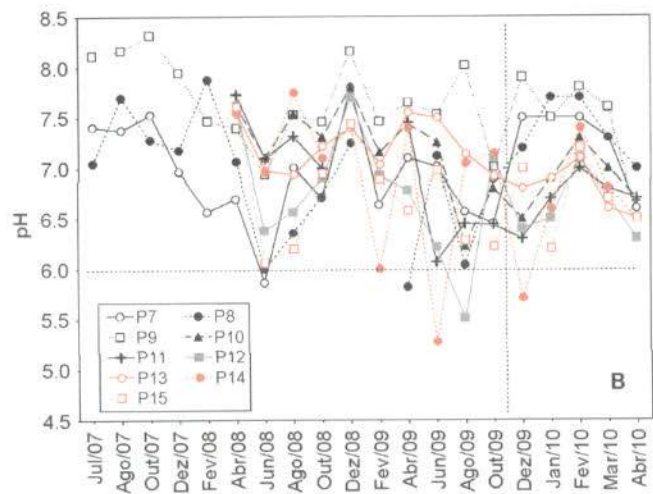


Figura 17. Variabilidade temporal dos valores de pH nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

A condutividade elétrica indica a capacidade de condução da corrente elétrica de uma solução que é dependente da concentração de íons na água. Diversos trabalhos demonstram, a despeito da facilidade de mensuração, que essa medida pode fornecer importantes informações sobre os processos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos e em suas bacias de drenagem (e.g. produção primária, decomposição, eutrofização e salinização; Esteves, 1998).

Em abril, os valores de condutividade elétrica variaram entre 4,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 6 – rio São Marcos) e 238 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 18). Nesse mês, houve um leve acréscimo nos valores de condutividade elétrica, comparando com os meses anteriores de enchimento. No entanto, comparando com os valores obtidos durante a fase rio do monitoramento limnológico, houve menor variação dos valores de condutividade durante o período de enchimento (Figura 19). Além disso, entre julho de 2007 e abril de 2010, pode-se observar que os maiores valores de condutividade elétrica foram mensurados no ponto 9 (córrego Fundo).

EM BRANCO



INAMACOAD/66
 Nº: 690/10
 12/99
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

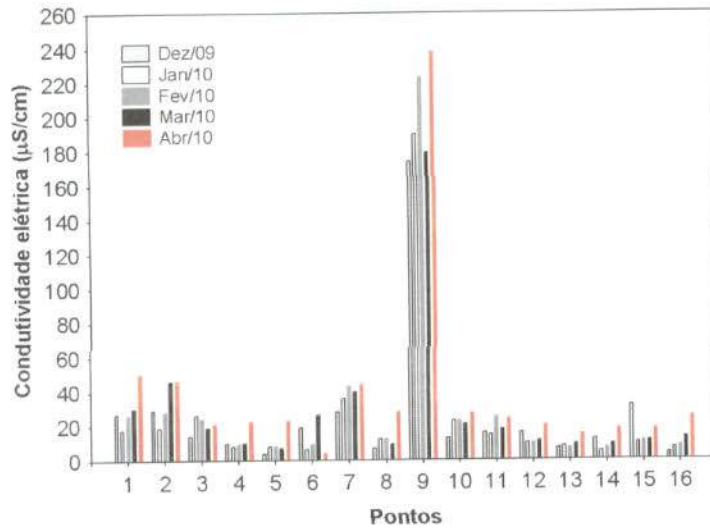


Figura 18. Valores de condutividade elétrica mensurados entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

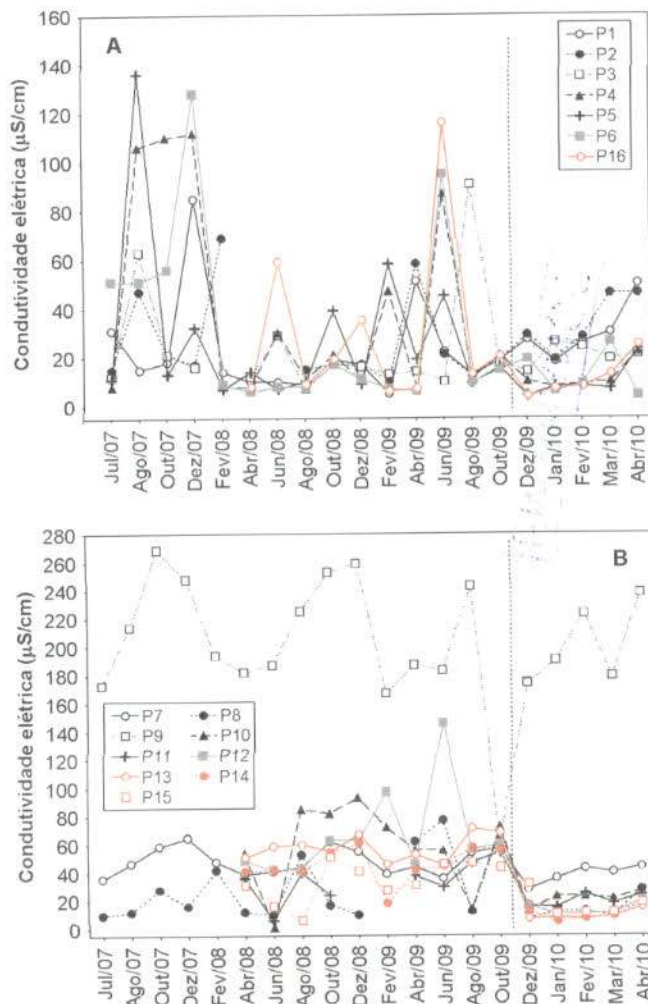


Figura 19. Variabilidade temporal dos valores de condutividade elétrica nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCC



69640
1800
Instituto de Meio Ambiente - MMA

Assim como observado para os valores de condutividade elétrica, 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; 14,87 mg/L em fevereiro; 14,75 mg/L em março e 19 mg/L em abril) (Figura 20). Em abril, a maior concentração (115 mg/L) foi mensurada no ponto 9 (córrego Fundo). Além disso, nesse mês os valores de condutividade elétrica foram altamente correlacionados com as concentrações de STD ($r = 0,99$; $P < 0,001$), assim como observado em meses anteriores.

Ao longo de todo o período de monitoramento limnológico (entre julho de 2007 e abril de 2010), todos os locais apresentaram valores de STD inferiores ao limite preconizado pela resolução CONAMA (500 mg/L) (Figura 21).

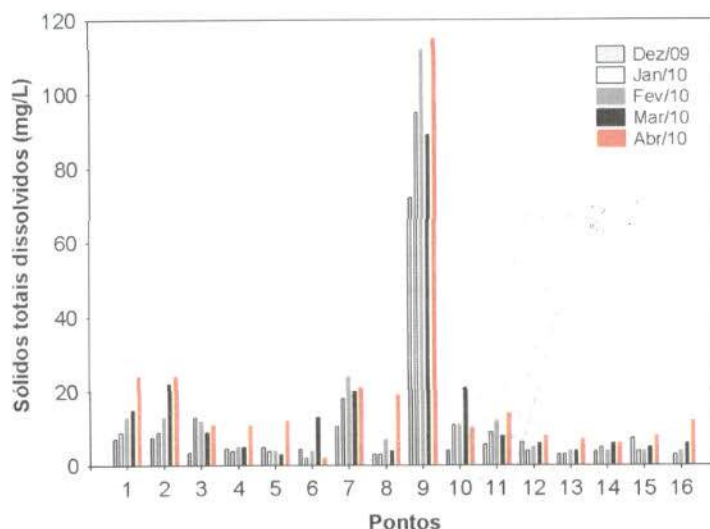


Figura 20. Concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD) mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

EM BRANCO

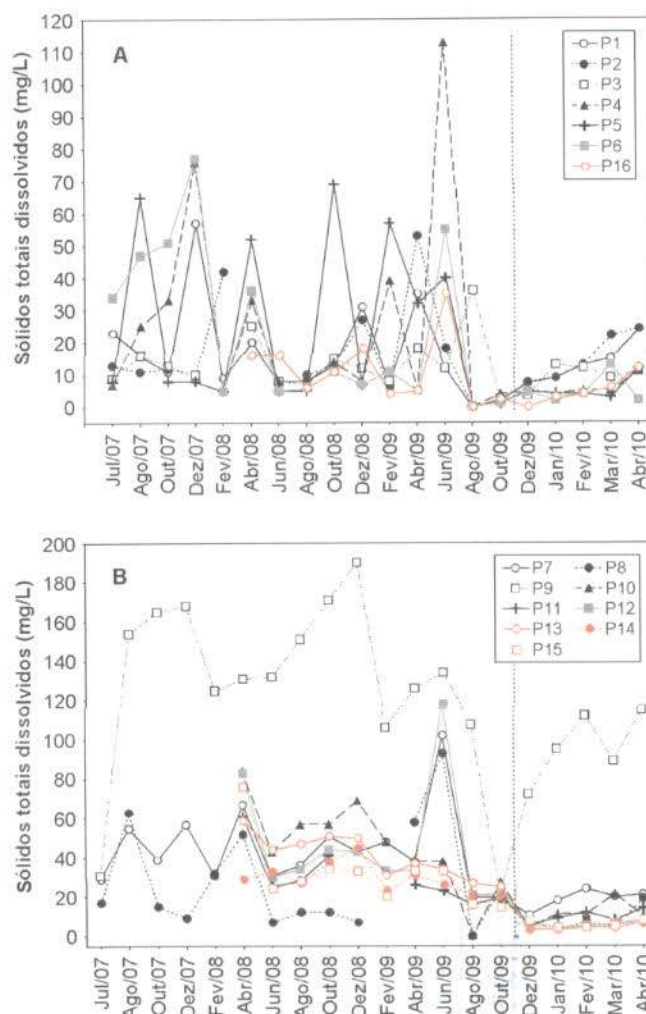


Figura 21. Variabilidade temporal dos valores de condutividade elétrica nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

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 abril de 2010, os valores de dureza variaram entre 10 mg/L e 80 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 22). Em média, tais valores foram similares àqueles registrados nos meses anteriores de 2010 (média igual a 14,87 mg/L em janeiro; 13,87 mg/L em fevereiro; 11,5 mg/L em

EM BRANCO



696/00
 1302
 MMA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

março de 2010 e 19,4 mg/L em abril). Assim, o trecho monitorado pode ser classificado como apresentando águas moles.

De maneira geral, os valores de dureza foram similares ao longo de todo o período de monitoramento limnológico, no entanto, durante o enchimento foi possível observar um leve decréscimo nesses valores (Figura 23). Além disso, os maiores valores de dureza foram freqüentemente obtidos no ponto 9 (córrego Fundo) (Figura 23B).

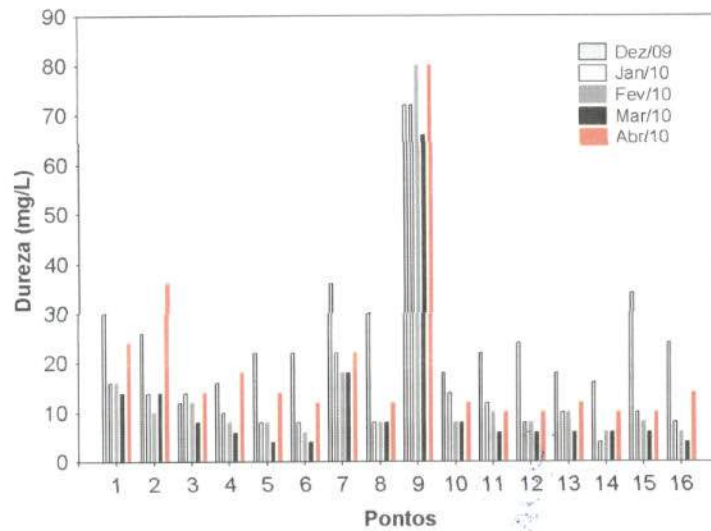
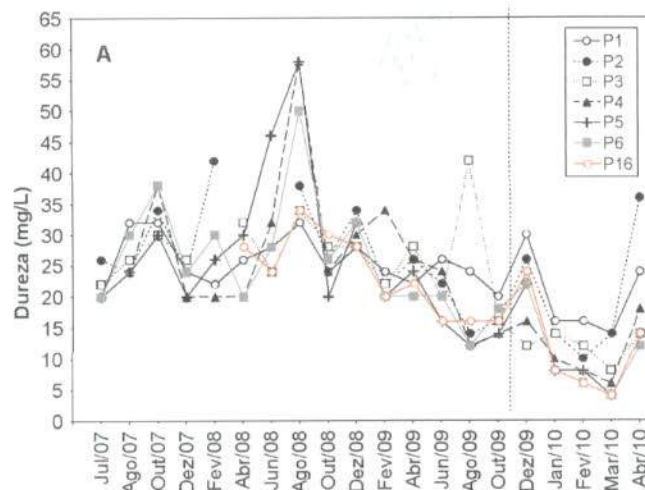


Figura 22. Valores de dureza total obtidos entre dezembro de 2009 e abril de 2010.



EM BRANCO



INSTITUCOAO/GO
 69640
 1303
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

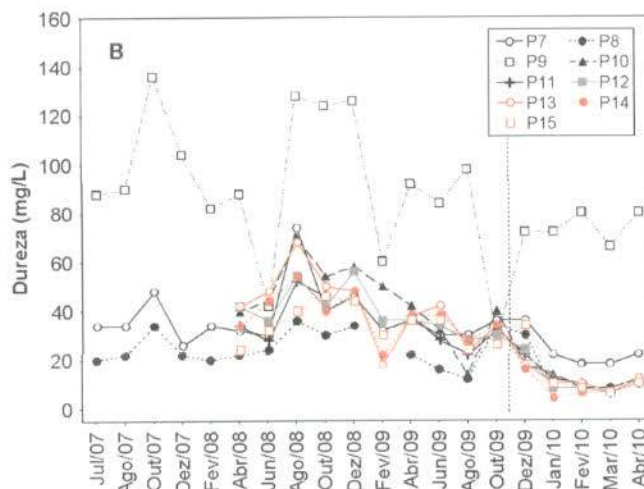


Figura 23. Variabilidade temporal dos valores de dureza nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

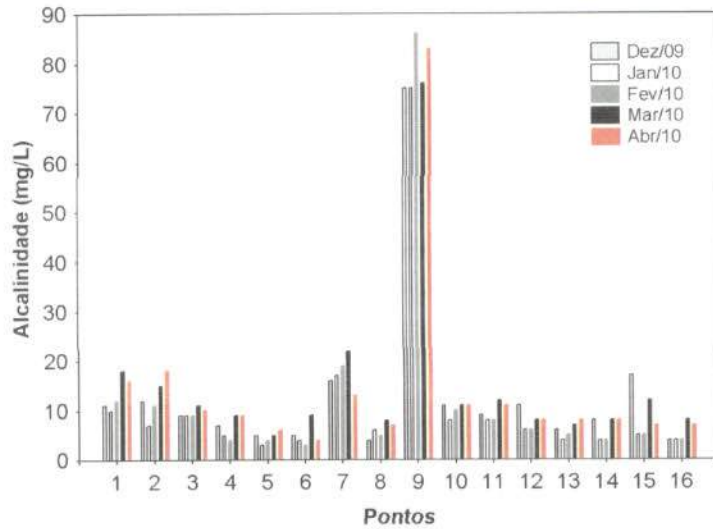
A alcalinidade representa a capacidade de neutralização de ácidos apresentada por um ambiente aquático, e está associada à disponibilidade de carbonatos no meio (Esteves, 1998). Em abril, os valores de alcalinidade variaram entre 4,0 mg/L e 83 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 24). Tais valores foram similares àqueles frequentemente obtidos no trecho monitorado (média igual a 14,12 mg/L).

Considerando a variabilidade espacial, pode-se observar a similaridade entre os meses e pontos de coleta (Figura 25). Além disso, não foram observadas diferenças significativas nesses valores após o início do enchimento do reservatório.

Entre os tributários, os maiores valores de alcalinidade foram obtidos no ponto 9 (córrego Fundo) (Figura 25B). Assim, ao longo de todo o período de monitoramento (entre julho de 2007 e abril de 2010), o ponto 9 (córrego Fundo) frequentemente 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.

EM BRANCO





60060
1304
MMA
Meio Ambiente - MMA

Figura 24. Valores de alcalinidade obtidos entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

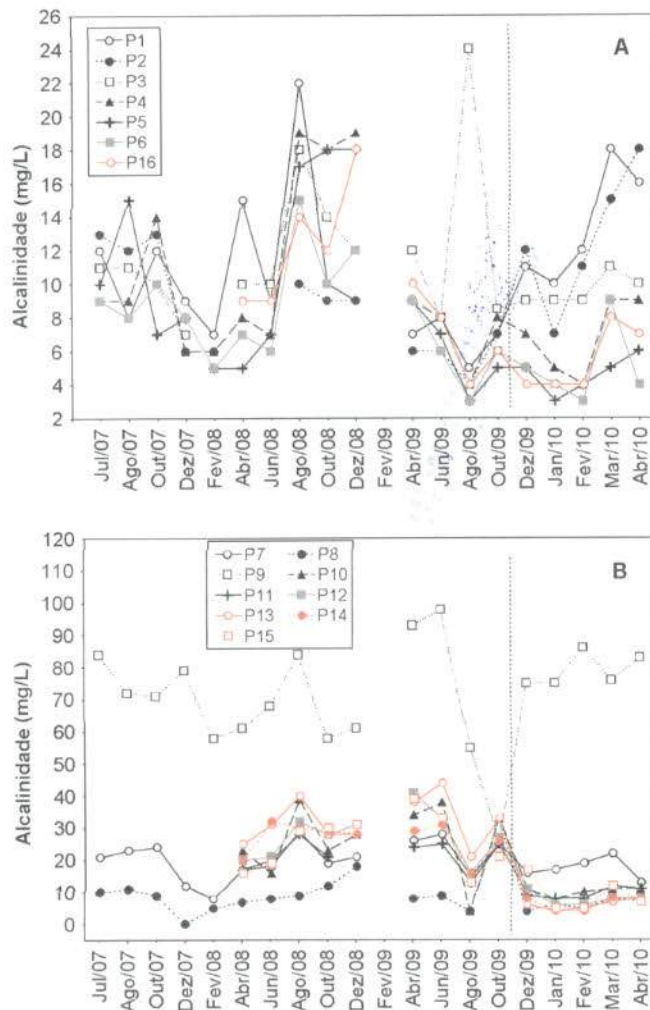


Figura 25. Variabilidade temporal dos valores de alcalinidade nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO

Cloreto, sulfato, fluoreto, fenóis totais

Em abril, a maior parte dos pontos monitorados apresentou concentrações de cloreto inferiores ao limite de detecção do método ($< 0,5$ mg/L). A maior concentração (13 mg/L) foi detectada no ponto 9 (córrego Fundo) (Figura 26). De maneira geral, as concentrações de cloreto foram extremamente similares ao longo de todo o período de monitoramento limnológico (Figura 27). Além disso, todos os trechos monitorados apresentaram concentrações de cloreto inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (250 mg/L).

69610
1505
AA
MMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

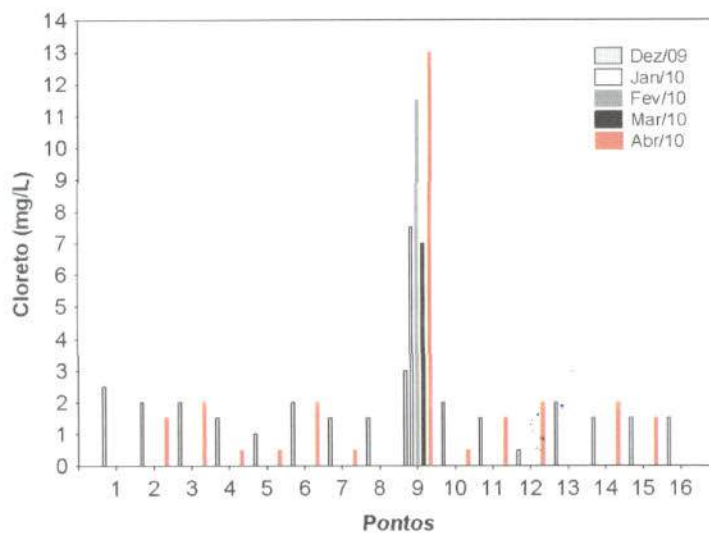
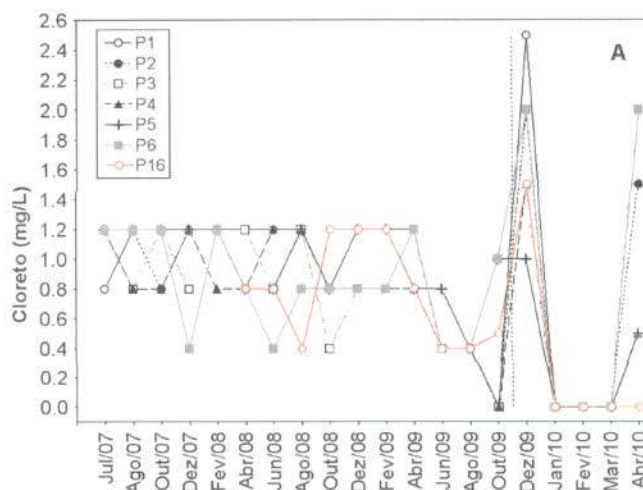


Figura 26. Concentrações de cloreto mensuradas entre dezembro 2009 e abril de 2010.



EM BRANCC



ADIG
696110
1006
MMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

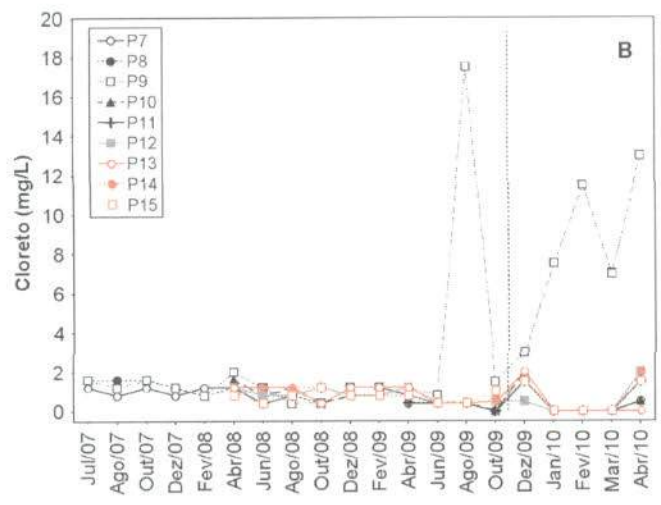
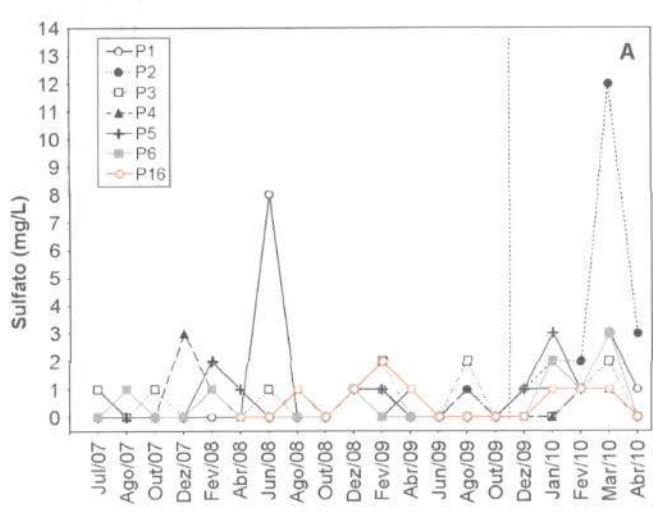
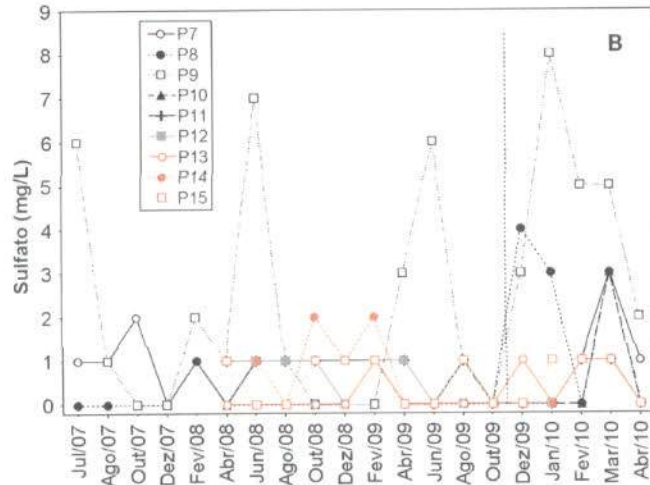


Figura 27. Variabilidade temporal das concentrações de cloreto nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

De maneira similar, entre julho de 2007 e abril 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 28). Em abril, a maior concentração (3,0 mg/L) foi detectada no ponto 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 29). Considerando a variabilidade espacial, foi possível observar similaridade nas concentrações de sulfato entre os pontos de coleta.



EM BRANCO



ADICIONADO
69610
15/07
Ambiente - MMA

Figura 28. Variabilidade temporal das concentrações de sulfato nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

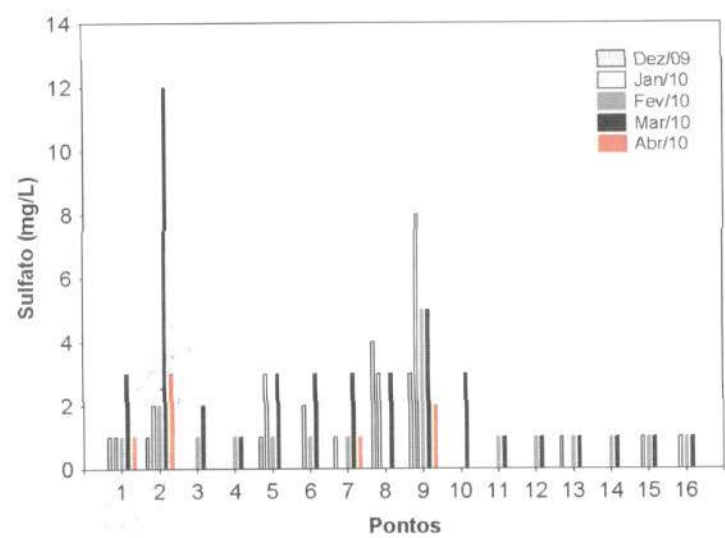


Figura 29. Concentrações de sulfato mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

Os fluoretos podem ocorrer naturalmente associados quimicamente ao magnésio ou ao alumínio, principalmente nos rios, formando complexos. As concentrações de fluoreto mensuradas em abril variaram entre valores inferiores a 0,01 mg/L (limite de detecção do método) e 0,39 mg/L (ponto 9 – córrego Fundo) (Figura 30). De maneira geral, ao longo de todo o período monitorado, as concentrações de fluoreto sempre foram inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA (1,4 mg/L) (Figura 31). Além disso, houve similaridade nas concentrações de fluoreto entre os pontos de coleta,

EM BRANCO

com exceção somente do ponto 9 que, freqüentemente, apresentou as maiores concentrações (Figura 31).

69640
1308
MMA
Meio Ambiente - MMA

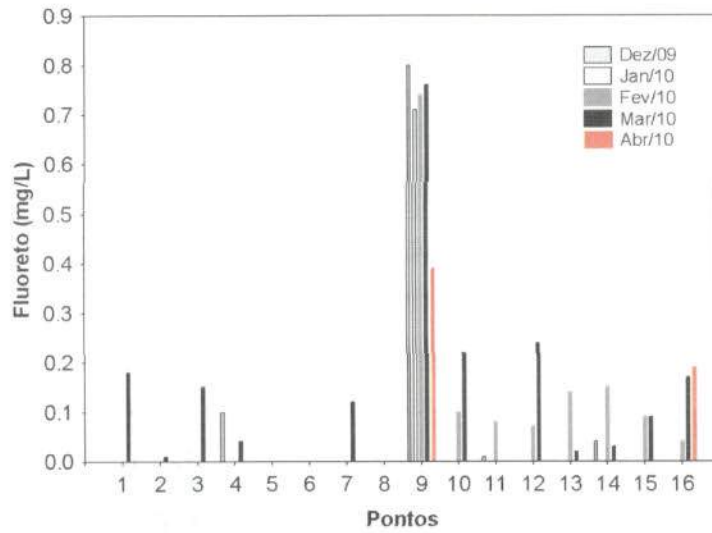
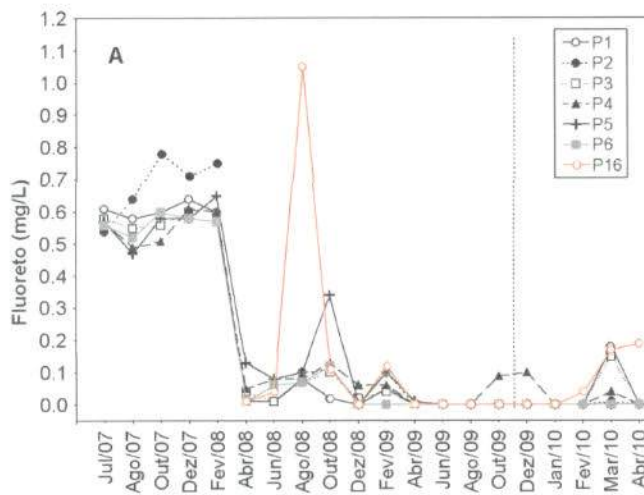


Figura 30. Concentrações de fluoreto mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.



EM BRANCO



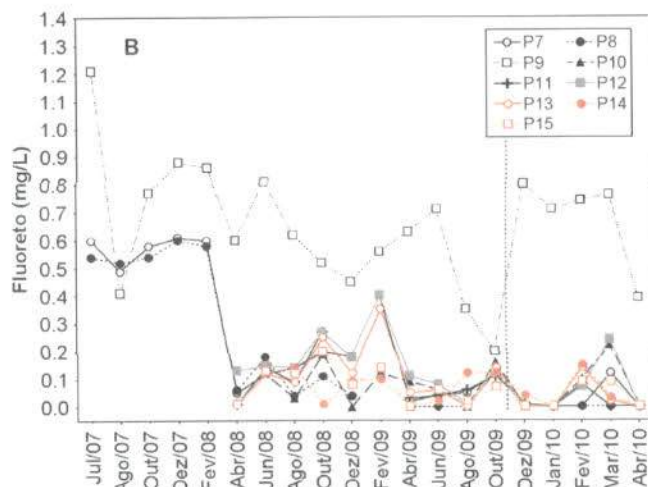


Figura 31. Variabilidade temporal das concentrações de fluoreto nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e outubro de 2009.

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 abril de 2010, todos os locais monitorados apresentaram concentrações de fenóis inferiores ao limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,003 mg/L). De maneira geral, entre julho de 2007 e abril de 2010, todos os valores obtidos foram menores que o limite preconizado pela referida resolução, com exceção somente de alguns locais monitorados em março de 2010.

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



69610
13/10
AA
CADI
Meio Ambiente

Em abril de 2010, as concentrações de ferro dissolvido variaram entre 0,2 mg/L (ponto 16 – rio São Marcos) e 5,1 mg/L (ponto 2 – rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 32). Nesse mês, concentrações inferiores a 0,3 mg/L (limite preconizado pela Resolução CONAMA) foram detectadas nos pontos 5, 8, 10, 12, 14, 15 e 16.

Em média, houve um acréscimo nas concentrações de ferro nesse mês, principalmente considerando os pontos 1 e 2, localizados à jusante da barragem da UHE Serra do Facão (média em abril igual a 0,97 mg/L) (Figura 33). Considerando os tributários, as concentrações de ferro foram similares àquelas obtidas ao longo de todo o período monitorado.

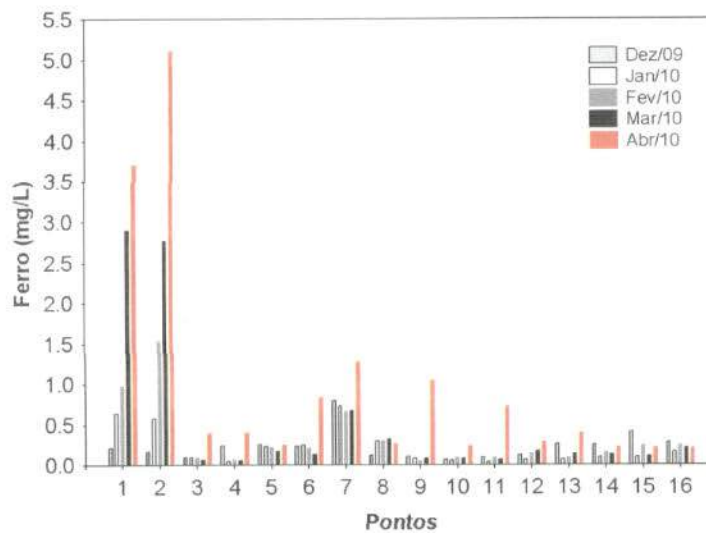
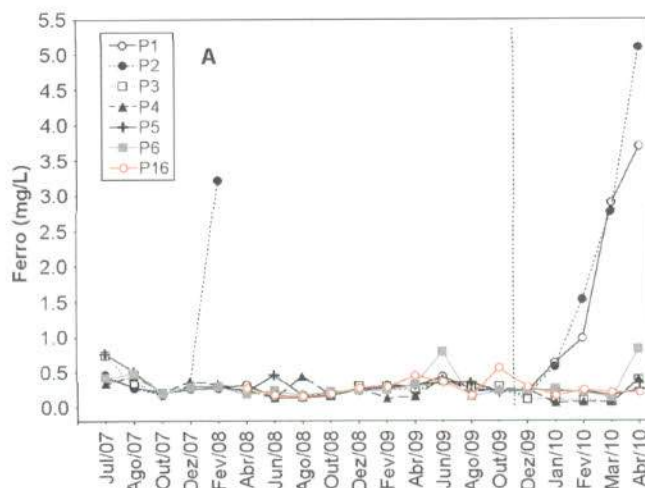


Figura 32. Concentrações de ferro dissolvido mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.



EM BRANCO

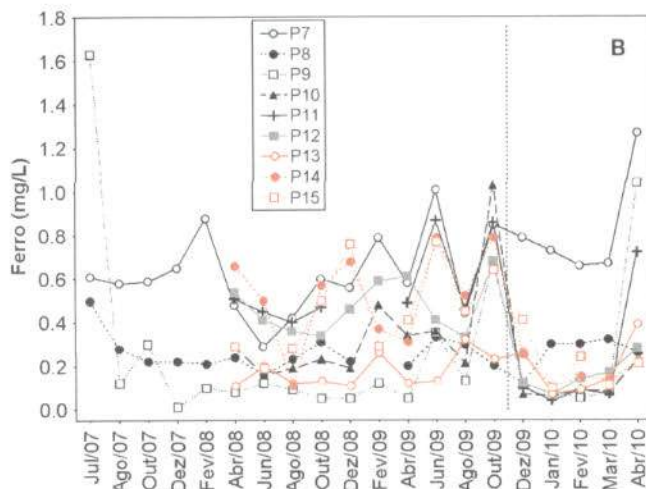


Figura 33. Variabilidade temporal das concentrações de ferro total nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

Em abril, as concentrações de manganês variaram entre 0,0129 mg/L (ponto 6 – rio São Marcos) e 0,91 mg/L (ponto 2 – rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 34). Assim, nesse mês, os pontos 1 e 2 apresentaram concentrações superiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,1 mg/L). Durante o enchimento do reservatório, todos os locais apresentaram concentrações de manganês inferiores ao referido limite, com exceção somente de abril de 2010.

Considerando a variabilidade espacial e temporal, pode-se observar uma elevada similaridade das concentrações de manganês entre os pontos de coleta (Figura 35). Além disso, as menores concentrações foram detectadas no rio São Marcos (Figura 35).

EM BRANCO



696/90
 612
 MMA
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

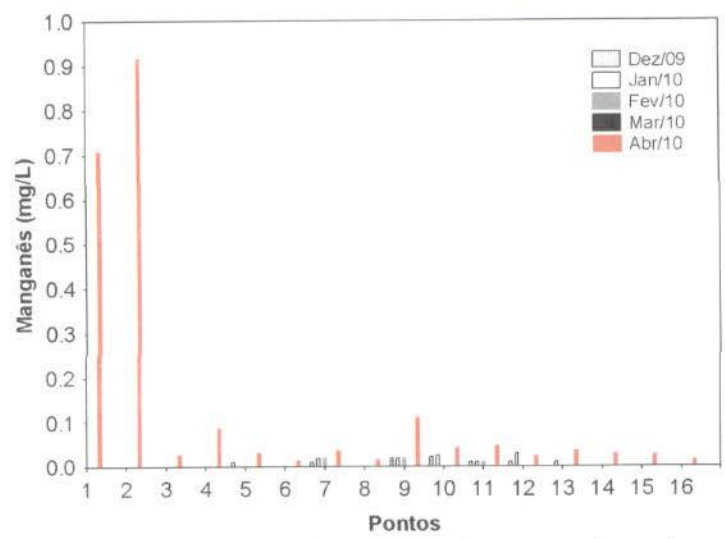


Figura 34. Concentrações de manganês mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

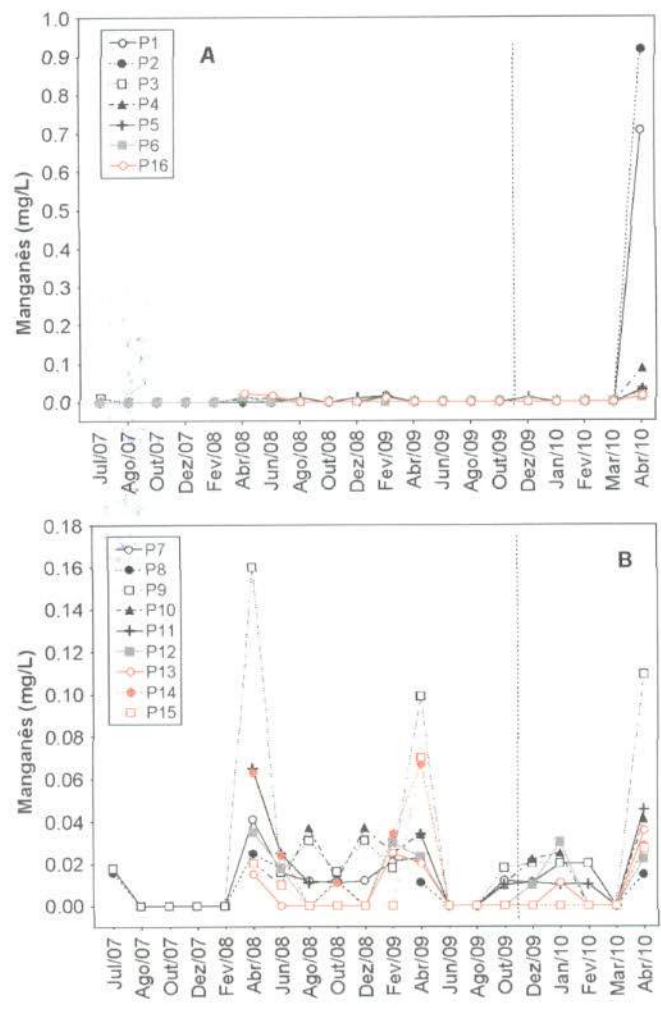


Figura 35. Variabilidade temporal das concentrações de manganês nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO

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 abril de 2010, a maior concentração de orto-fosfato (0,131 mg/L) foi mensurada no córrego Fundo (ponto 9) (Figura 36). Em média, tais concentrações foram similares àquelas obtidas nos meses anteriores, no entanto, após o enchimento do reservatório houve um acréscimo nessas concentrações nos pontos 1, 2 (rio São Marcos) e 9 (córrego Fundo) (Figura 37). De maneira geral, elevadas concentrações de orto-fosfato foram detectadas no ponto 9 (córrego Fundo) (Figura 37B).

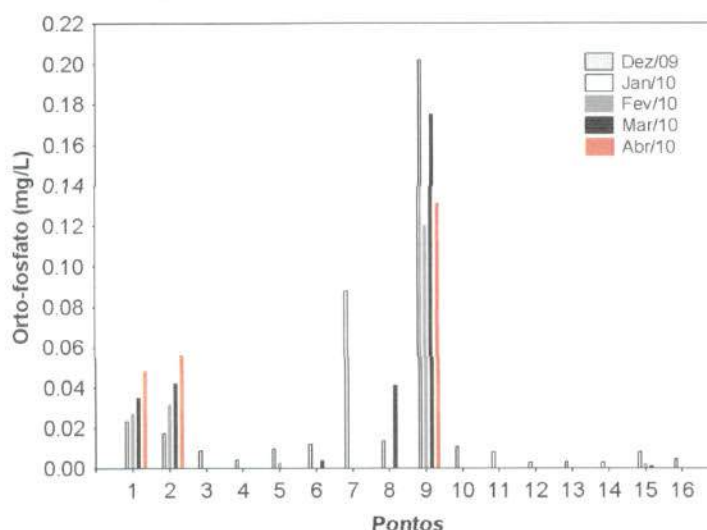
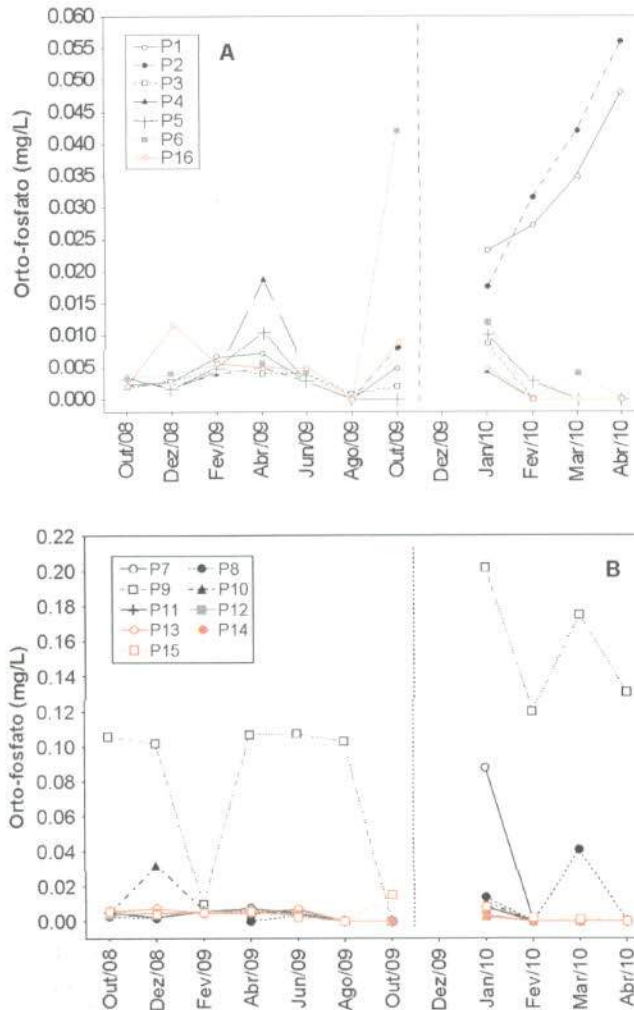


Figura 36. Concentrações de orto-fosfato mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

69610
1313
AA
COPAD/GO
Instituto de Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO





69660
 Rub: [assinatura]
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

Figura 37. Variabilidade temporal das concentrações de orto-fosfato nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

As concentrações de fósforo total, que abrange a porção dissolvida e particulada de fósforo, variaram entre valores inferiores a 0,001 mg/L e 0,142 mg/L (ponto 9 - córrego Fundo) (Figura 38). Considerando a Resolução CONAMA nº 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 lóticicas desde o início do enchimento do reservatório, esse limite será considerado. Assim, em abril, os pontos 1, 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) e 9 (córrego Fundo) apresentaram concentrações de fósforo total superiores ao referido limite.

EM BRANCO

69660
 1318
 MMA
 Ministério do Meio Ambiente

Entre julho de 2007 e abril de 2010 as maiores concentrações de fósforo total foram mensuradas no ponto 9 (córrego Fundo) (Figura 39). De maneira geral, durante o enchimento do reservatório houve um acréscimo inicial nas concentrações de fósforo total, no entanto, em abril já foi possível observar um decréscimo nessas concentrações.

As elevadas concentrações de fósforo total mensuradas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010 não podem ser consideradas uma consequência direta do processo de enchimento, tendo em vista que nesses meses também são maiores os níveis de precipitação pluviométrica na região, onde ocorre maior escoamento superficial do ambiente terrestre para o sistema aquático, com o consequente enriquecimento deste

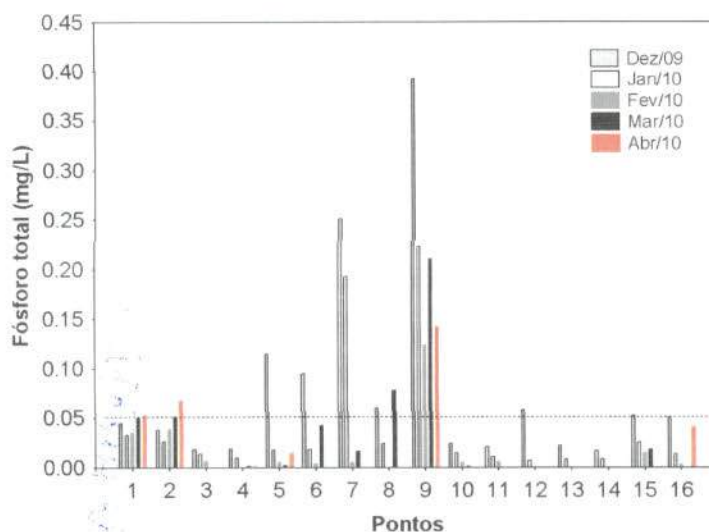
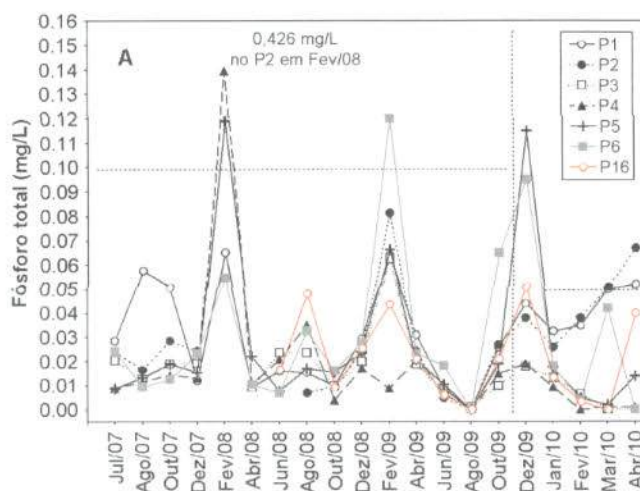


Figura 38. Concentrações de fósforo total mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.



EM BRANCO



686110
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

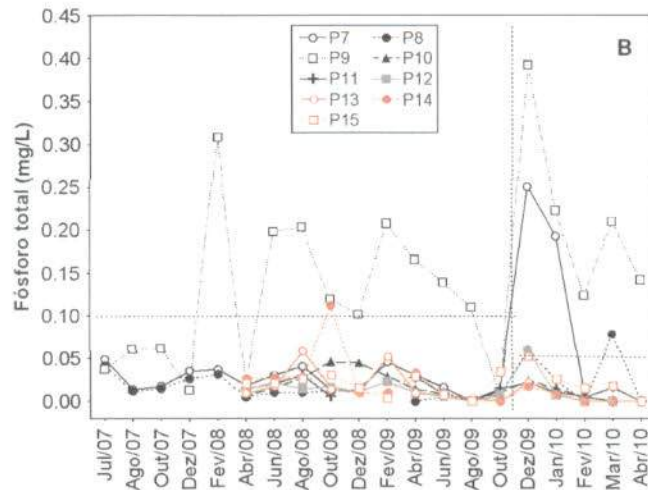
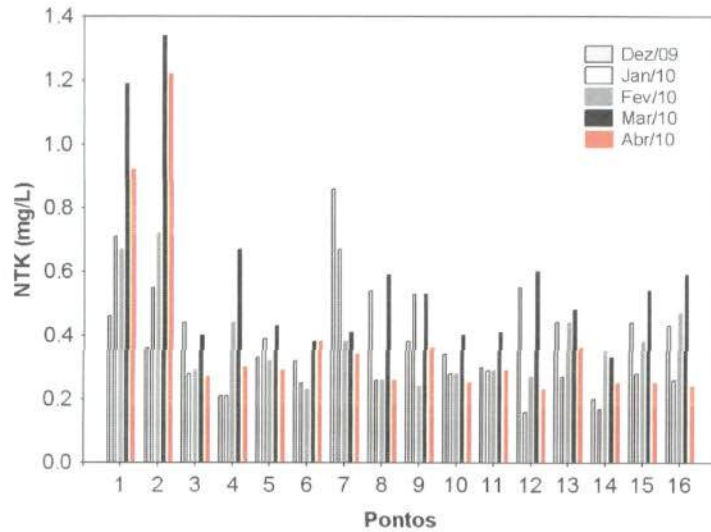


Figura 39. Variabilidade temporal das concentrações de fósforo total nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

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 abril de 2010, as concentrações nitrogênio total Kjeldahl (NTK) variaram entre 0,23 mg/L e 1,22 mg/L (ponto 2 – rio São Marcos) (Figura 40). Tais concentrações foram similares àquelas mensuradas em outros meses no trecho monitorado, mesmo durante a fase rio (Figura 41). Durante o enchimento do reservatório, elevadas concentrações de NTK foram obtidas nos pontos 1 e 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 41).





2010
69620
1317
AA
Melo Ambiente - ANAP

Figura 40. Concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

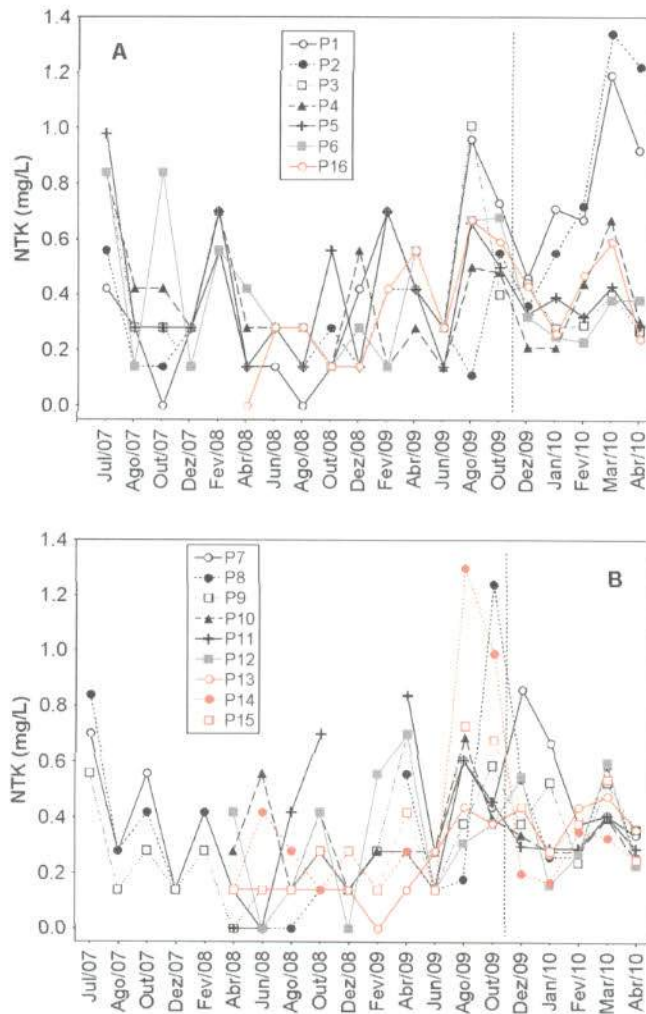


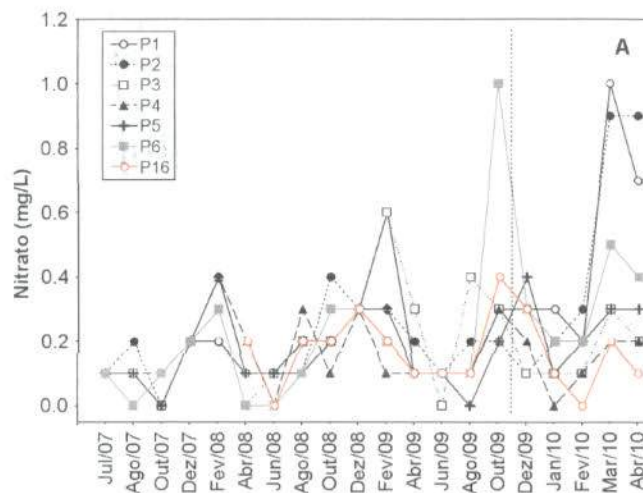
Figura 42. Variabilidade temporal das concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO

69660
1318
M
Instituto do Meio Ambiente - MMA

Considerando as formas inorgânicas de nitrogênio, foi possível observar que não houve diferença significativa nas concentrações médias de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-) e nitrogênio amoniacal (NH_3) mensuradas antes e durante o enchimento do reservatório. Destaca-se somente as elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal nos pontos 1 e 2, em fevereiro, março e abril de 2010 (Figura 43, 44 e 45).

De maneira geral, entre julho de 2007 e abril 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

GOIÁS
 GOIÂNIA
 69060
 1510
 Instituto de Meio Ambiente - MMA

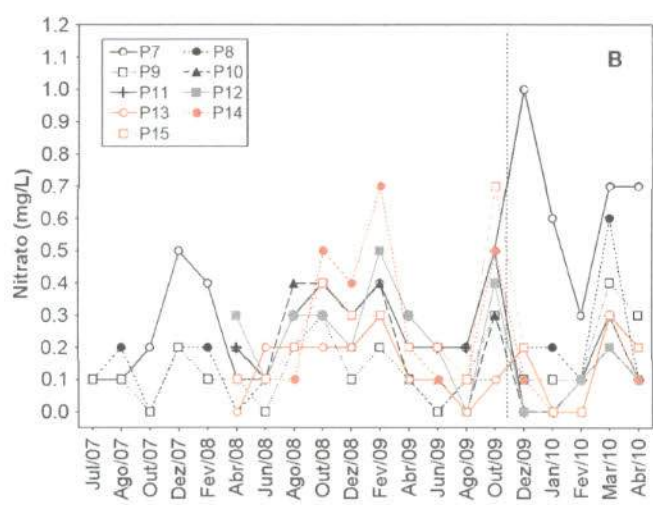


Figura 43. Variabilidade temporal das concentrações de nitrato nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

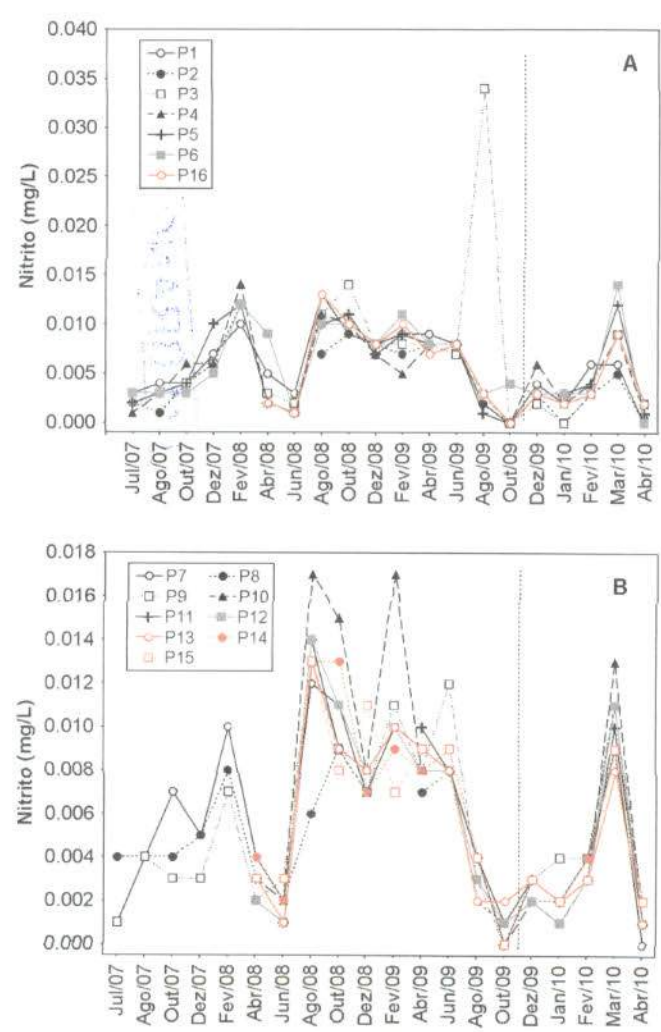


Figura 44. Variabilidade temporal das concentrações de nitrito nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO



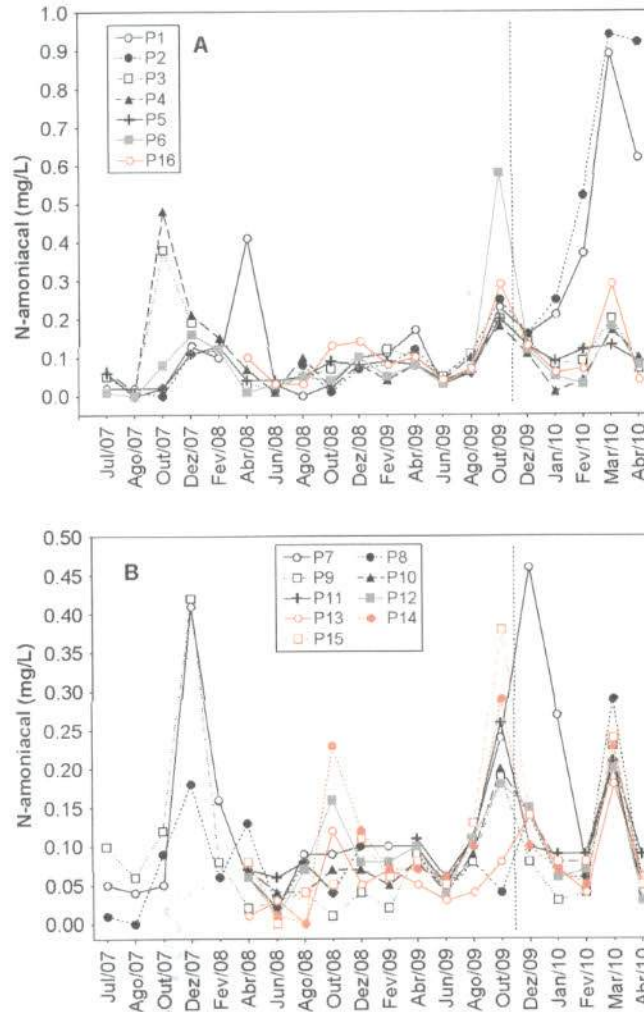


Figura 45. Variabilidade temporal das concentrações de nitrogênio amoniacal nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

Em abril, a maior concentração de nitrato (0,9 mg/L) foi registrada no ponto 2 (rio São Marcos, jusante da barragem), enquanto que a maior concentração de nitrito (0,002 mg/L) foi obtida nos pontos 3, 9, 14, 15 e 16. A maior concentração de nitrogênio amoniacal (0,92 mg/L) foi mensurada no ponto 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 46). De maneira geral, assim como observado em março de 2010, no mês de abril destacam-se as elevadas concentrações de NTK, nitrato e nitrogênio amoniacal nos pontos 1 e 2 (rio São Marcos, jusante da barragem).

EM BRANCO

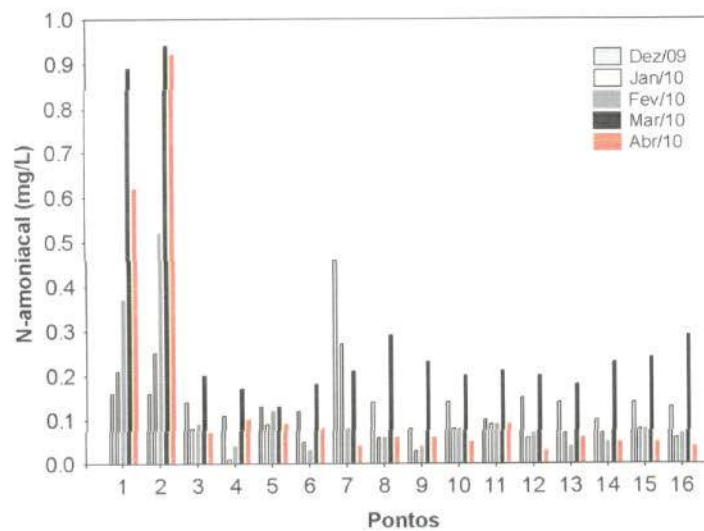
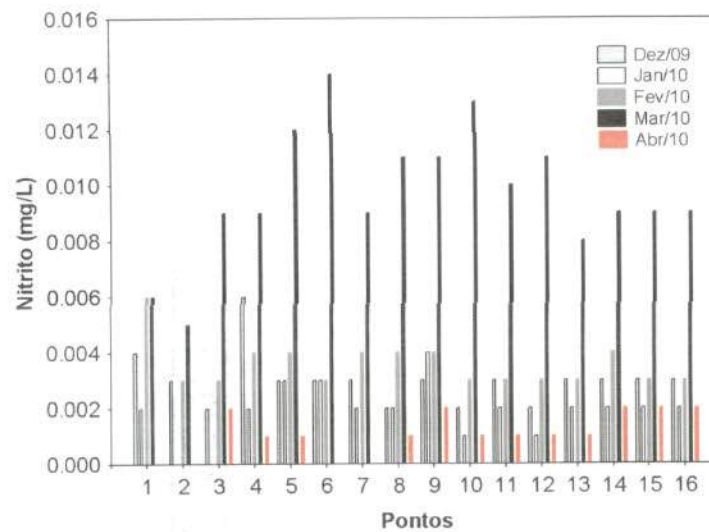
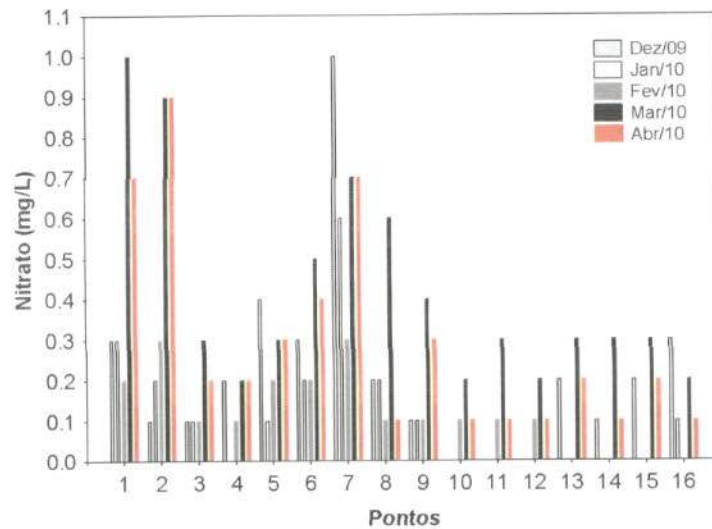


Figura 46. Concentrações de nitrato (A), nitrito (B) e nitrogênio amoniacal (C) mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

EM BRANCO

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 abril, as concentrações de clorofila-a variaram entre 0,27 µg/L e 7,64 µg/L (ponto 7 – córrego São Domingos) (Figura 47). De maneira geral, desde o início do enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, houve um acréscimo significativo nas concentrações de clorofila-a, comparando com os demais meses monitorados em 2009, por exemplo (valores médios iguais a 0,36 µg/L em fevereiro de 2009; 0,66 µg/L em abril; 0,38 µg/L em junho; 0,65 µg/L em agosto; 0,59 µg/L em outubro; 1,43 µg/L em dezembro; 8,43 µg/L em janeiro de 2010; 4,96 µg/L em fevereiro; 3,91 µg/L em março e 2,76 µg/L em abril) (Figura 48). Esse acréscimo pode ser explicado pelo menor tempo de residência da água e pelo incremento de alguns nutrientes como, por exemplo, o acréscimo de fósforo que ocorreu no trecho monitorado em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

No entanto, mesmo considerando esse acréscimo nas concentrações de clorofila-a durante o enchimento do reservatório, foi possível observar as baixas concentrações de clorofila-a em todos os pontos de coleta, ao longo de todo o período monitorado (Figura 48). Somente o ponto 1 apresentou elevada concentração dessa variável em fevereiro de 2010, sendo superior ao limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (30 µg/L).

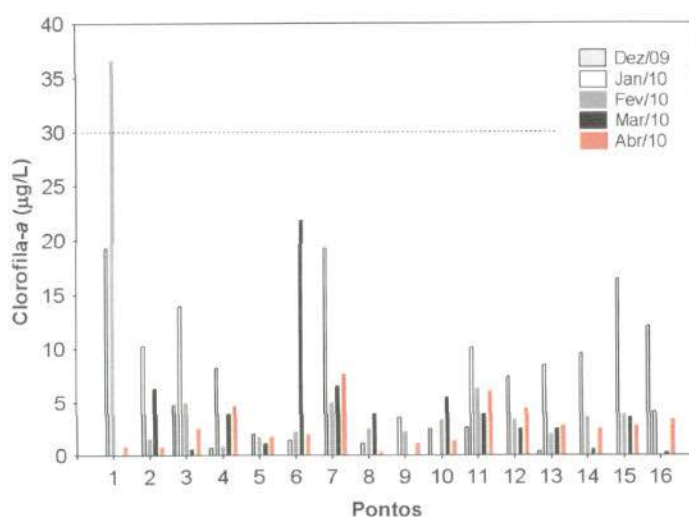


Figura 47. Concentrações de clorofila-a mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

EM BRANCO

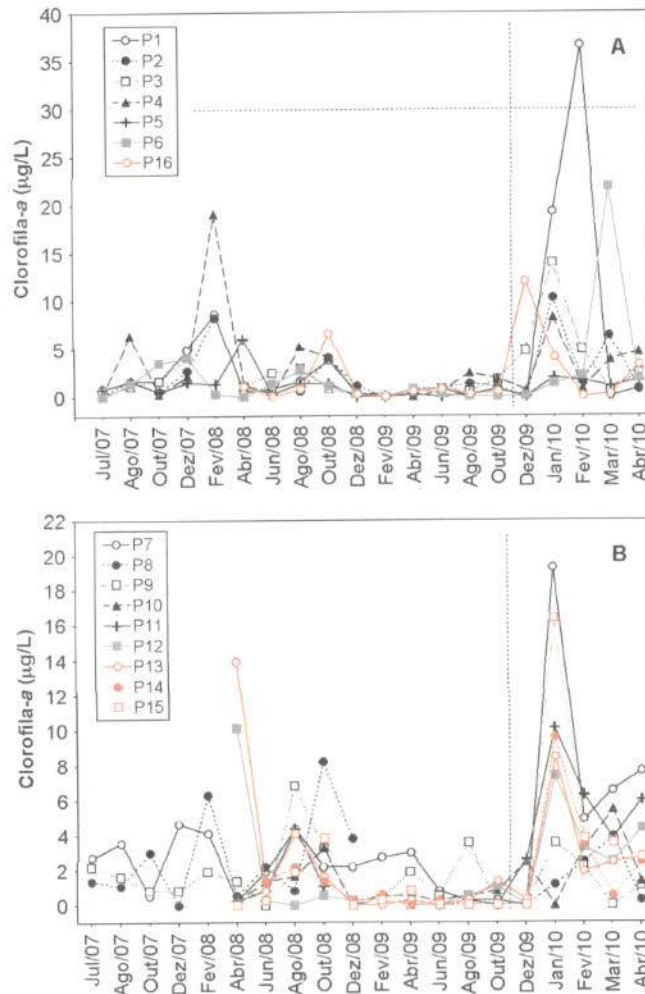


Figura 48. Variabilidade temporal das concentrações de clorofila-a nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

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 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 abril, a concentração de feofitina variou entre 1,55 µg/L e 10,5 µg/L (Figura 49). Entre julho de 2007 e abril de 2009, foi possível observar similaridade nas concentrações de feofitina entre os locais de coleta, com exceção somente do ponto 6 (rio São Marcos) em março de 2010 (Figura 50).

EM BRANCO

690610
1524
Ministerio do Meio Ambiente - MMA

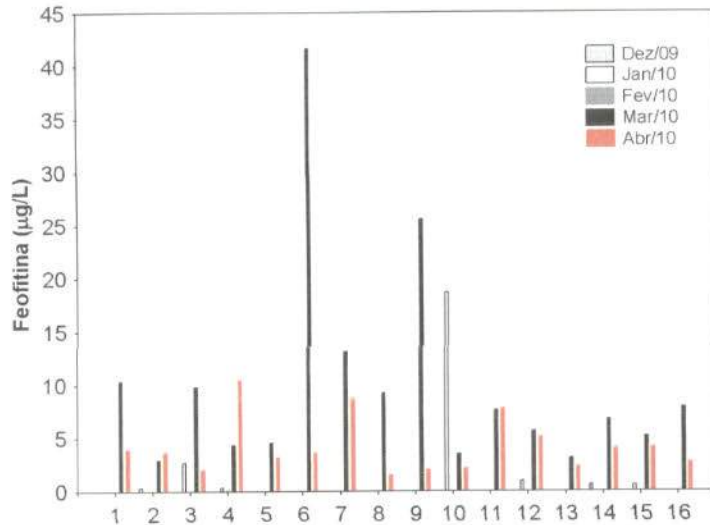


Figura 49. Concentrações de feofitina mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

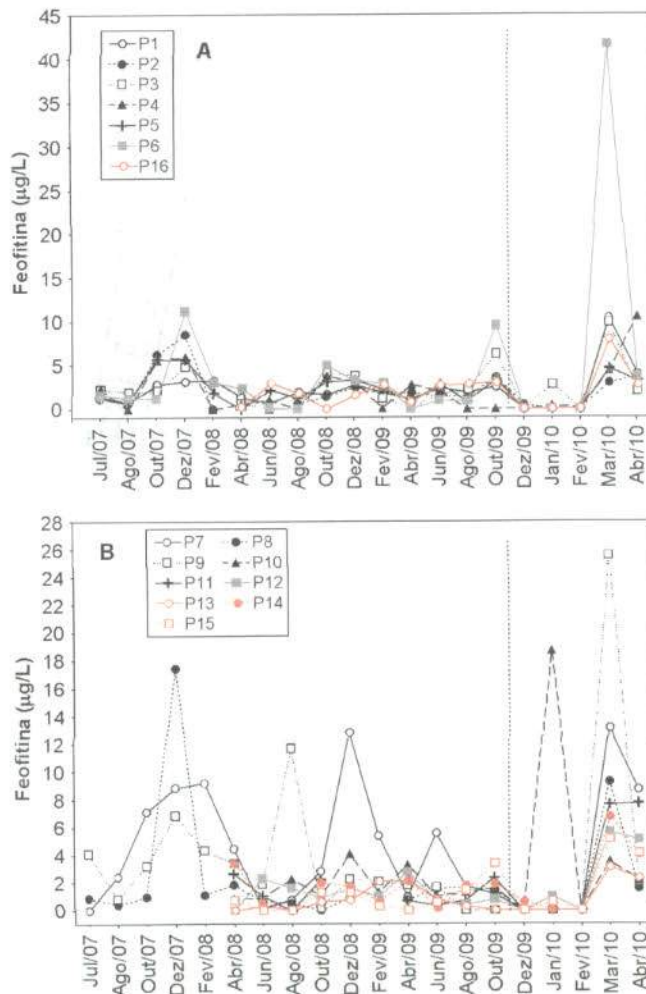


Figura 50. Variabilidade temporal das concentrações de feofitina nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO

69611
1355
FAD
Melo Amb

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).

Em abril de 2010, os valores de DBO₅ variaram entre 0,4 mg/L e 3,3 mg/L (pontos 5 – rio São Marcos, próximo à travessia da balsa Manoel Souto) (Figura 51). Nesse mês, todos os locais monitorados apresentaram valores de DBO₅ inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (5,0 mg/L), assim como observado nos demais meses de enchimento do reservatório.

De fato, considerando todo o período estudado, o trecho monitorado na área de influência do AHE Serra do Facão freqüentemente apresentou baixos valores de DBO₅ (Figura 52). Concentrações superiores a 5,0 foram detectadas somente em dezembro de 2007, nos pontos 1 e 2.

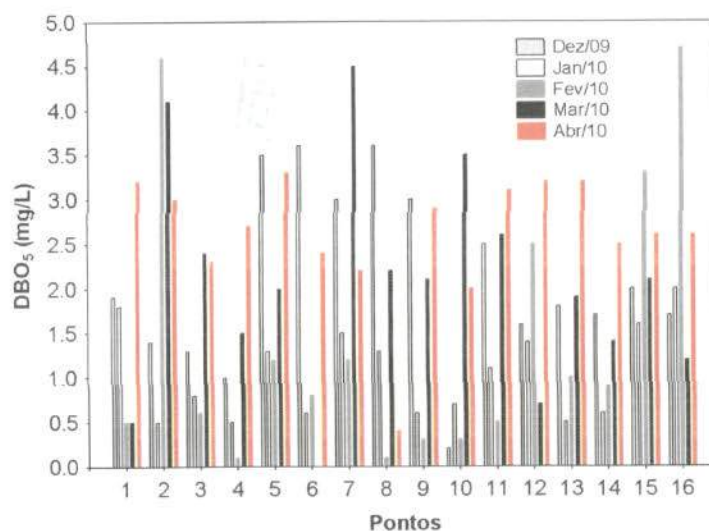


Figura 51. Valores de DBO₅ mensurados entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

[EM DIVISION]

[EM DIVISION]



69660
1326
Ministério do Meio Ambiente - MMA

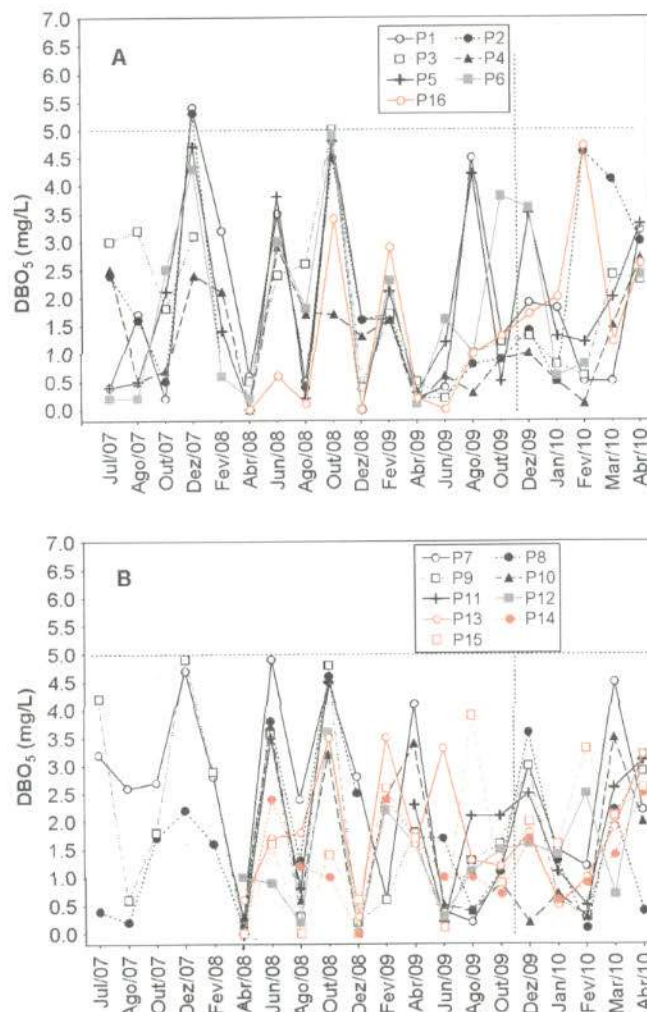


Figura 52. Variabilidade temporal dos valores de DBO_5 nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B); entre julho de 2007 e abril de 2010.

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 abril, as concentrações de DQO variaram entre 2,7 mg/L e 15 mg/L (ponto 6 - rio São Marcos) (Figura 53). De maneira geral, tais valores foram similares àqueles registrados nos meses anteriores (Figura 54). Valores elevados de DQO foram registrados somente em março de 2010, refletindo, provavelmente, as alterações limnológicas ocorridas durante o período de enchimento do reservatório.

EM BRANCO

696/00
1527
Instituto do Meio Ambiente - MMA

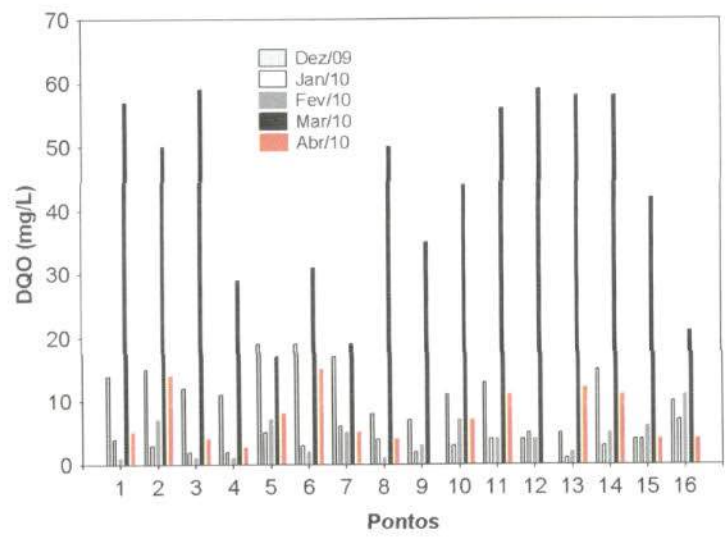


Figura 53. Valores de DQO mensurados entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

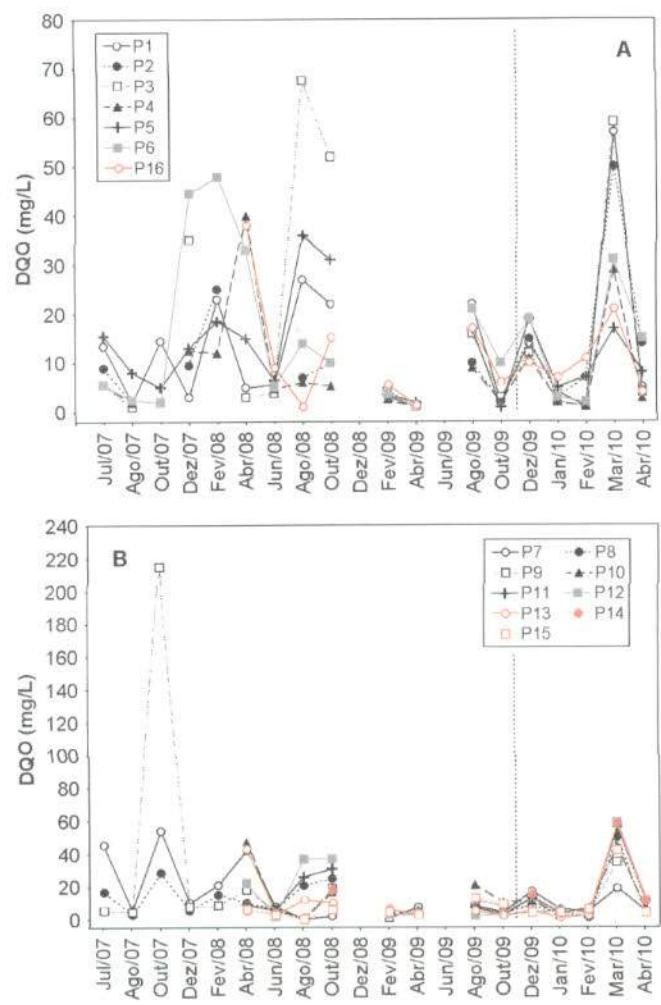


Figura 54. Variabilidade temporal dos valores de DQO nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO

696/10
1628
MMPA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

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 abril, 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 (8,2 mg/L) foi detectada no ponto 1 (rio São Marcos, jusante da barragem) (Figura 55).

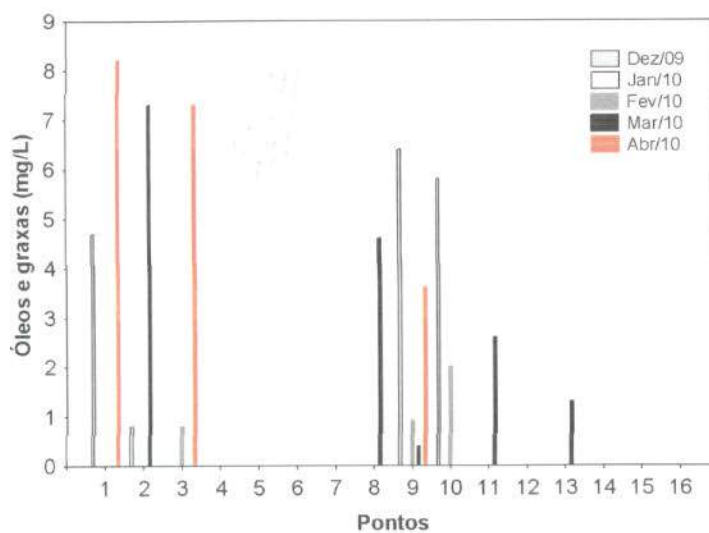


Figura 55. Concentrações de óleos e graxas mensuradas entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

Cianetos

O íon cianeto tem alta afinidade com muitos metais, formando então compostos metálicos. O cianeto é altamente tóxico e letal, mesmo em baixas

EM BRANCO



concentrações. Entre julho de 2007 e abril 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.

60610
1329
AA
Código Ambiental - MANA

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.

Em abril de 2010, as concentrações de alumínio (<0,1 mg/L), cádmio (<0,0001 mg/L), chumbo (<0,0005 mg/L), cobre (<0,0001 mg/L), cromo (<0,0001 mg/L), mercúrio (<0,0001 mg/L), níquel (<0,0001 mg/L) e urânio (<0,001 mg/L) foram abaixo do limite preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (Tabela 2). As concentrações de zinco também foram inferiores ao limite estabelecido pela referida resolução (0,18 mg/L). Resultados similares foram obtidos nos meses anteriores de monitoramento limnológico. Assim, o processo de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão não afetou as concentrações de metais pesados na água, no trecho monitorado.

Tabela 2. Concentrações de metais pesados (mg/L) monitorados em abril de 2010.

Pontos	Alumínio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Urânio	Zinco
P1	0,0342	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0407
P2	0,0474	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0404
P3	0,0261	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0399
P4	0,0263	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0434
P5	0,0787	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0392
P6	0,0753	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,045
P7	0,0332	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0391
P8	0,0286	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0393
P9	0,0403	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0257
P10	0,041	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0442
P11	0,0324	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,036
P12	0,021	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0387
P13	0,0452	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0437
P14	0,0216	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0381
P15	0,0312	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0425
P16	0,0178	<0,0001	<0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0431
Resolução Conama n° 357/2005	0,1	0,001	0,01	0,009	0,05	0,0002	0,025	0,02	0,18



[Faint, illegible handwritten text in blue ink]

5.3. 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 abril de 2010, a densidade de coliformes totais variou entre ausência (ponto 14 - ribeirão Segredo) e >16000 NMP/100ml (ponto 4 - rio São Marcos) (Figura 56). Em média, elevadas densidades de coliformes totais são freqüentes no trecho monitorado (Figura 57).

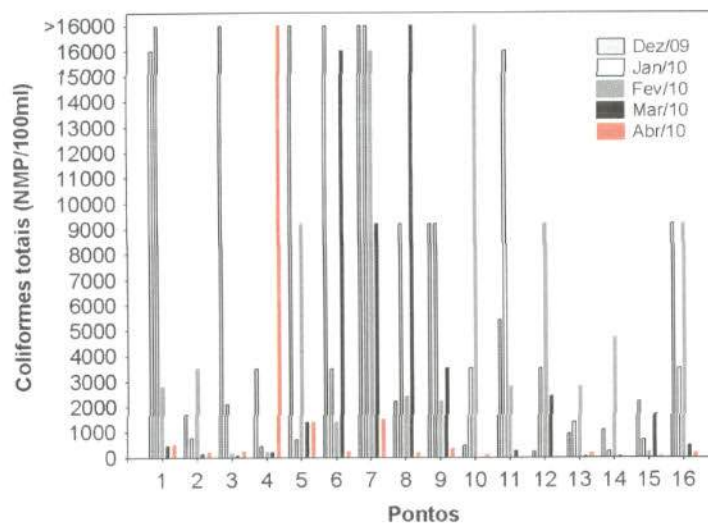


Figura 56. Valores de densidade de coliformes totais mensurados entre dezembro de 2009 e abril de 2010.

69620
1330
O Meio Ambiente - MMA

EM BRANCO

696110
1321
Município de São Marcos - MMA

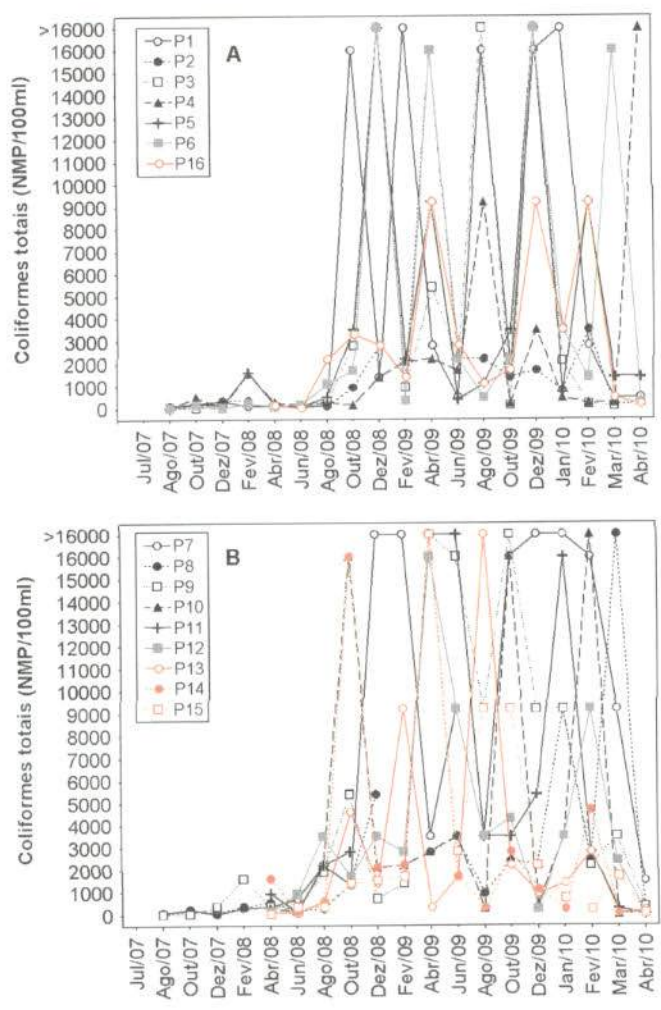


Figura 57. Variabilidade temporal dos valores de densidade de coliformes totais nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

A densidade de coliformes fecais (termotolerantes) variou entre ausência (grande parte dos pontos monitorados) e >16000 NMP/100ml (ponto 4 - rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-506) (Figura 58). Assim, nesse mês, somente os pontos 4 e 7 (córrego São Domingos) apresentaram valores de densidade de coliformes fecais superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas de classe 2 (1000 NMP/100ml).

De maneira geral, entre julho de 2007 e abril de 2010, a maior parte dos pontos monitorados apresentou valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) inferiores a 1000 NMP/100ml (Figura 59). Além disso, o processo de enchimento do reservatório não afetou a densidade de coliformes



na água, tendo em vista que valores similares foram obtidos em meses anteriores, durante a fase rio.

696
1332
Ministério do Meio Ambiente - MMA

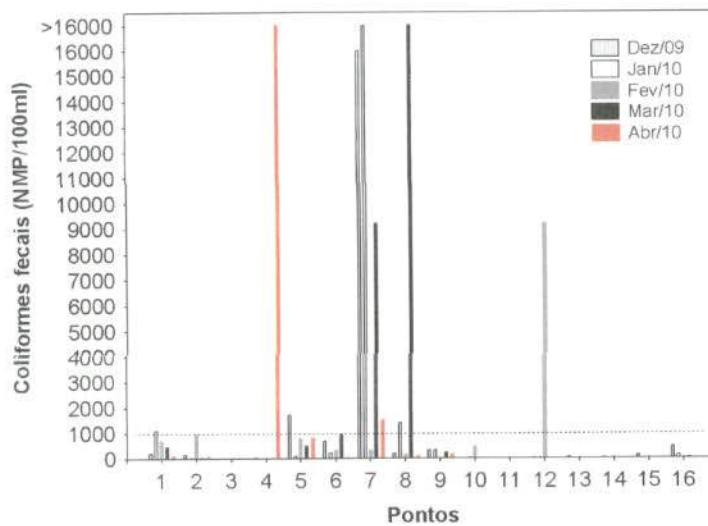
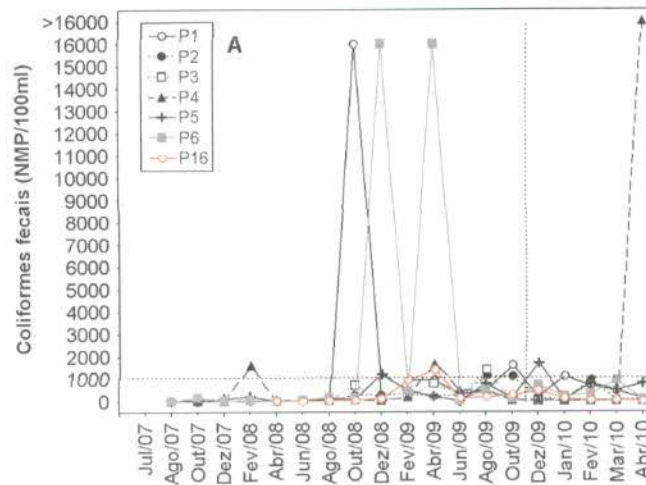
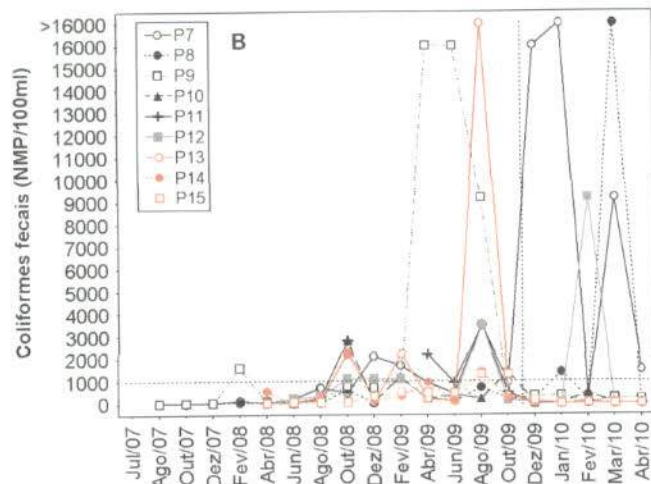


Figura 58. Valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) mensurados entre dezembro de 2009 e abril de 2010.



EM BRANCO



AD/GO
696/0
1533
AD
Ministério do Meio Ambiente - MMA

Figura 59. Variabilidade temporal dos valores de densidade de coliformes fecais (termotolerantes) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

5.4. Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*

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

Tabela 3. Análise de toxicidade mensurada em fevereiro, março e abril de 2010.

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

EM BRANCO

5.5. Índice de Qualidade da água (IQA)

AD/CO
606/10
13/11/14
14
Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA

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:

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

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.

EM BRANCO

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

696 P. 60
155
AA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

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

Em abril 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 4 (rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-506), enquanto que os maiores valores foram obtidos nos pontos 12 e 14 (ribeirão Buracão e ribeirão Segredo, respectivamente).

Durante o enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, os menores valores de IQA foram registrados em dezembro de 2009, tendo em vista que nesse mês, alguns locais de coleta apresentaram elevadas concentrações de fósforo total e baixas concentrações de oxigênio dissolvido (valores médios de IQA iguais a 57,8 em dezembro de 2009; 64,9 em janeiro de 2010; 69,2 em fevereiro; 68,7 em março e 70,8 em abril).

Entre julho de 2007 e abril de 2010, os valores de IQA indicaram que o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou “boa” qualidade da água (Figura 60). Em média, os menores valores de IQA foram registrados em fevereiro e abril de 2009.

EM BRANCO

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

Pontos	Dez/09		Jan/10		Fev/10		Mar/10		Abr/10	
	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade	IQA	Qualidade
1	65,621	Boa	59,284	Boa	65,094	Boa	61,155	Boa	65,089	Boa
2	65,419	Boa	74,267	Boa	58,785	Boa	68,721	Boa	66,626	Boa
3	61,589	Boa	69,278	Boa	78,357	Boa	75,152	Boa	77,384	Boa
4	61,231	Boa	71,021	Boa	81,622	Ótima	74,765	Boa	48,37	Aceitável
5	42,276	Aceitável	69,534	Boa	65,983	Boa	63,009	Boa	59,782	Boa
6	58,581	Boa	64,598	Boa	64,085	Boa	61,616	Boa	73,776	Boa
7	45,000	Aceitável	43,776	Aceitável	66,089	Boa	56,184	Boa	59,896	Boa
8	60,942	Boa	62,125	Boa	71,766	Boa	45,456	Aceitável	72,153	Boa
9	59,509	Boa	64,785	Boa	74,632	Boa	67,095	Boa	68,181	Boa
10	52,744	Boa	65,455	Boa	66,046	Boa	79,014	Boa	76,787	Boa
11	48,144	Aceitável	70,856	Boa	71,956	Boa	75,461	Boa	76,872	Boa
12	46,629	Aceitável	66,932	Boa	55,941	Boa	74,739	Boa	78,985	Boa
13	66,652	Boa	70,705	Boa	75,218	Boa	79,436	Boa	77,301	Boa
14	60,088	Boa	74,115	Boa	75,066	Boa	79,408	Boa	78,114	Boa
15	64,652	Boa	56,395	Boa	67,245	Boa	69,722	Boa	76,928	Boa
16	65,566	Boa	55,683	Boa	69,848	Boa	68,374	Boa	76,787	Boa

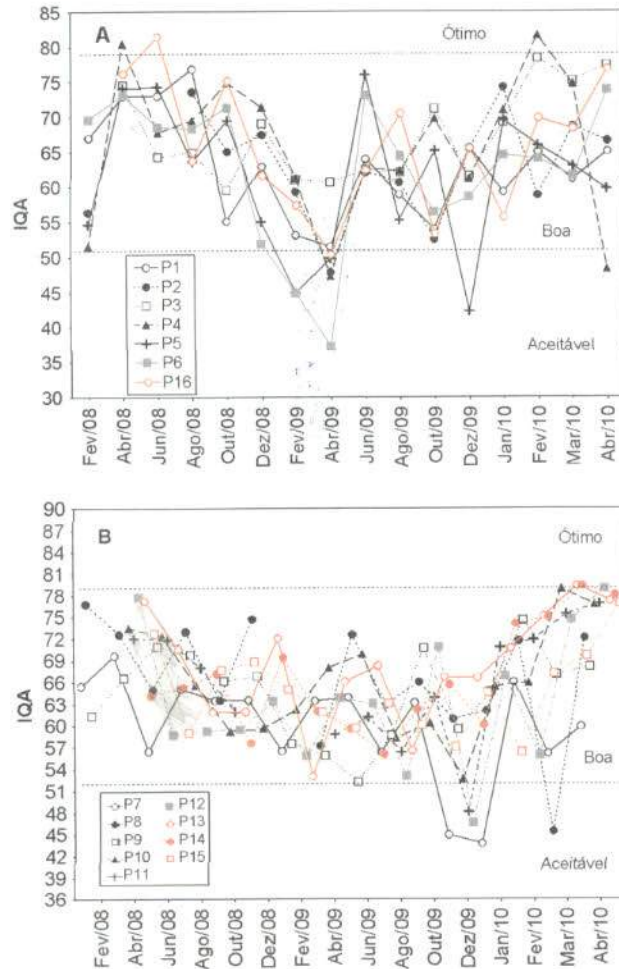


Figura 60. Variabilidade temporal dos valores de IQA (Índice de Qualidade da água) nos pontos localizados no rio São Marcos (A) e nos tributários (B), entre julho de 2007 e abril de 2010.

EM BRANCO

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

696/20
1337
Município do Meio Ambiente - MMA

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

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 abril de 2010, os valores do IVA variaram entre 1,7 (qualidade ótima) e 3,2 (qualidade boa) (Tabela 5). De maneira geral, o trecho monitorado não apresentou concentração detectável de contaminantes químicos tóxicos. Além disso, baixas concentrações de oxigênio dissolvido foram detectadas apenas no ponto 4 (rio São Marcos) e nenhum local foi classificado como eutrófico, o que resultou em maiores valores de IVA.



Tabela 5. Resultados dos parâmetros utilizados no cálculo do IVA e valores do IVA obtidos em abril 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	8,2	7,7	6,7	4,4	6,3	7,8	8,1	7,5	9	6,8	6,9	7	6,4	7,2	6,9	6,5
pH	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
Toxicidade	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
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
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
Mercúrio	<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	<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
fenois	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
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	0,0407	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
IPMCA	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PT	52	67	<1	1	14	<1	<1	<1	142	<1	<1	<1	<1	<1	<1	40
Clorofila-a	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
IET	52,0	52,6	42,7	44,3	49,9	42,2	45,5	36,6	55,8	41,2	44,9	44,2	43,0	42,8	43,0	54,7
	oligo	meso	ultraolig	ultraolig	oligo	ultraolig	ultraolig	ultraolig	meso	ultraolig	Ultraolig	ultraolig	ultraolig	ultraolig	ultraolig	meso
IVA	2,2	3,2	1,7	2,9	2,2	1,7	1,7	1,7	3,2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	3,2
	Ótimo	Boa	Ótimo	Boa	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Boa	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Boa



EM BRANCO

5.7. 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).

5.7.1. Fitoplâncton

Composição e riqueza de espécies

Em abril de 2010, quinta amostragem da fase de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 188 táxons (Tabela 6), os quais estiveram distribuídos entre 10 grupos taxonômicos. Este foi o maior número de táxons registrado desde o fechamento do reservatório, em dezembro de 2009, e provavelmente está associado ao aumento do número de habitats devido ao alagamento das regiões marginais do canal principal e tributários. Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanobacteria e Zygnemaphyceae foram os principais grupos taxonômicos quanto ao número de táxons, como registrado durante todo o período de estudo (Tabelas 6 e 7).

Cyanobacteria, composto por táxons tipicamente planctônicos em abril de 2010, apresentou uma crescente contribuição a diversidade fitoplanctônica durante a fase de enchimento do reservatório, com maior representatividade neste último mês de amostragem (Tabela 7).

Tabela 6. Composição fitoplanctônica na área de influência da UHE Serra do Facão, durante os primeiros meses da fase de enchimento do reservatório.

	Dezembro 2009	Fevereiro 2010	Março 2010	Abril 2010
Bacillariophyceae	32	33	30	34
Cyanobacteria	8	18	19	28
Chlorophyceae	33	42	48	67
Chrysophyceae	5	4	4	9
Euglenophyceae	11	3	4	3
Cryptophyceae	5	4	6	5
Zygnemaphyceae	26	28	16	33
Dinophyceae	2	2	2	3
Oedogoniophyceae	1	1	1	1
Xanthophyceae	5	2		5
Raphidophyceae		1		
Total	128	138	130	188



Tabela 7. Táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos de coleta da área de influência da UHE Serra do Facão em abril 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	X									
<i>Achnanthes</i> sp.						X	X	X								
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow						X	X		X							
<i>Amphipleura</i> sp.	X															
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Sim.							X									
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenb.) Sim.									X							
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim.						X			X	X	X					
var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.	X		X						X	X	X					
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>granulata</i>	X								X							
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Holk & Klee			X	X	X		X		X	X				X	X	
<i>Cyclotella</i> sp.											X	X				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.			X				X									
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow						X	X									
<i>Cymbella</i> sp.	X								X							
<i>Fragilaria capuccina</i> Desm.	X															
<i>Fragilaria</i> sp.					X		X								X	
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.						X		X								
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.						X	X									
<i>Melosira varians</i> Agard.									X							X
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.						X										
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.							X		X							
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.					X	X		X	X							
<i>Navicula</i> sp.	X	X					X									
<i>Nitzschia cf. gracilis</i> Hantz.						X				X						
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	X	X				X	X		X							
<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow			X													
<i>Nitzschia</i> sp.					X	X										
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve						X										
<i>Pinnularia</i> sp.		X				X			X							
<i>Surirella</i> sp.	X	X					X									
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.							X	X	X							
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.												X	X		X	X
<i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Round & Craw.															X	
Pennales não identificada 1	X												X			
Pennales não identificada	X															
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmerm.) Cronb. & Komárek							X							X		
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström	X	X	X	X			X			X			X	X	X	X
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. e G. S. West							X									
<i>Borzia</i> sp.						X										
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.							X			X						
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.							X			X				X		
<i>Coelomorum tropicale</i> Senna, Peres & Komárek							X									
<i>Cyanoduction cf. imperfectum</i> Cronb. & Weib.																X
<i>Dolichospermum circinale</i> (Rabenh. ex Bornet et Flahault) Wacklin et al.	X			X			X									
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagn.					X			X								
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Grev. ex Gom.) Anagn.	X	X														
<i>Geitlerinema</i> sp.		X		X												
<i>lemmermanniella</i> sp.												X				
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmerm.			X		X				X		X	X	X	X		X

EM BRANCO

Tabela 7. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek)							x									
Komárek & Komárek																
<i>Microcystis</i> sp.		x														
<i>Oscillatoria</i> sp.							x									
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.)					x											
Komáreková-Legn. & Cronb.																
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Komárek	x	x				x			x							
<i>Plankthrotrix</i> sp.		x														
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Komárek				x	x	x	x									
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Hüb.-Pest. & Naum.) Bourr.		x		x												
<i>Radiocystis fernandoi</i> Komárek & Komárek-Legn.				x			x									
<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hind.					x											
<i>Sphaerocavum</i> sp.	x												x			
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.				x			x									
<i>Woronichinia</i> sp.			x										x			
Phormidiaceae não identificada					x											
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus densus</i> Kors.					x											
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.			x								x					
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemmerm.					x									x		
<i>Ankyra ancora</i> (Sm.) Fott			x	x						x						
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott			x	x						x	x	x				
<i>Chlamydomonas</i> sp.			x	x						x			x	x		
<i>Chlorella</i> sp.															x	x
<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmerm.		x		x							x				x	
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohl.													x			
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Kors.										x						
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schm.							x									
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.													x			
<i>Coenochloris</i> sp.															x	x
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.				x												
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West					x								x	x	x	x
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West. Et G. S. West.) Kom.							x									
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.								x								
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) E. Hegew.									x							
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) E. Hegew.			x		x	x	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</i> sp.	x															
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.										x						
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood											x	x			x	
<i>Dimorphococcus cordatus</i> Wol. sensu Chodat				x												
<i>Dimorphococcus</i> sp.	x	x														
<i>Elakathotrix</i> sp. (genevensis)											x	x	x	x	x	x
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Komárek Sensu Komárek				x	x						x	x	x	x	x	x
<i>Fusola</i> sp.			x	x						x				x		
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat			x													x
<i>Kirchneriella contorta</i> (G. M. Sm.) Kom.												x	x			
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schm.	x	x														
<i>Kirchneriella roselata</i> F. Hindak			x	x												
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.						x										



EM BRANCO

Tabela 7. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<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		x	x	x	x		
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Komárek-Legn.			x													
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg. Komárek-Legn.						x	x		x			x				
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Komárek-Legn.	x		x		x	x				x		x	x	x	x	x
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárek-Legn.						x							x	x	x	
<i>Monoraphidium</i> sp.											x	x	x			
<i>Nephrocytium allantoideum</i> Bohlin											x	x		x	x	x
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West				x												x
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat			x	x	x		x			x		x	x	x	x	x
<i>Oocystis</i> sp.										x	x					
<i>Pediastrum duplex</i> Mey.							x									
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs							x									
<i>Quadrigula</i> sp.			x							x						
<i>Raphidocelis contorta</i> (Schm.) Marv. et al.										x						
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.					x											
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb.) Chodat				x	x		x					x	x	x		
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen				x												
<i>Scenedesmus</i> sp.											x					
<i>Selenastrum gracile</i> Reins.										x						
<i>Sphaerocystis schroeterii</i>																x
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourrelly				x						x						
<i>Schroederia antillarum</i> Komárek		x														
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmerm.		x							x	x		x	x	x	x	x
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.					x											
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordstedt.) Chodat							x									
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.					x		x									
<i>Volvox aureus</i> C. G. Ehrenb.			x	x						x	x					
<i>Volvox</i> sp.											x					
Chlorococcales unicelular não identificada 1														x	x	x
Volvocales não identificada			x									x				
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Dinobryon cylindricum</i> O. E. Imhof.						x										
<i>Dinobryon divergens</i> O. E. Imhof.					x											
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.					x	x										
<i>Kephyrion</i> sp.															x	
<i>Mallomonas akrokomus</i> Huttner											x	x		x		
<i>Mallomonas</i> sp.			x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Mallomonas</i> sp1												x				
<i>Synura</i> sp.					x	x						x				
Chrysophyceae perifítica	x															
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Lemmerm.									x							
<i>Trachelomonas cervicula</i> Stokes				x												
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmerm.			x	x	x			x								
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.				x							x		x	x		
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.			x	x												
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	
<i>Cryptomonas</i> sp.				x			x					x				
<i>Plagioselmis</i> sp.				x												

EM BRANCO

Tabela 7. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
ZYGNEMAPHYCEAE																
<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Bréb.) Teil.			x													
<i>Closterium acutum</i> L. A. Bréb. ex Ralfs				x	x	x										
<i>Closterium setaceum</i> C. G. Ehrenb. ex Ralfs				x				x								
<i>Closterium</i> sp.									x				x			
<i>Closterium</i> sp 1		x														
<i>Closterium</i> sp 2	x															
<i>Cosmarium contractum</i> Kirch.			x				x									
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst								x								
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.					x											
<i>Cosmarium sphagnicolum</i> West & West					x											
<i>Cosmarium</i> sp.	x	x														
<i>Cosmarium</i> sp 1		x														
<i>Desmidium</i> sp.	x															
<i>Euastrum abruptum</i> Nordsted.							x									
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rabenh.			x													
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Bréb. ex Ralfs											x				x	
<i>Micrasterias</i> sp.	x															
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs			x		x		x									
<i>Staurastrum javanicum</i> Gutwinski			x	x							x	x	x	x	x	
<i>Staurastrum leptocladum</i> C.F.O Nordstedt	x	x	x	x						x	x	x	x			x
<i>Staurastrum quadrangulare</i> L. A. Bréb.		x	x													
<i>Staurastrum punctulatum</i> L. A. Bréb.			x				x									
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> J. N. F. Wille			x	x						x						
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (C. F. O. Nordstedt.) West G. S West			x													
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt.			x				x									
<i>Staurastrum</i> sp.								x								
<i>Staurastrum cf. stelliferum</i> Borge						x										
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetracerum</i>					x											
<i>Stauroidesmus convergens</i> (Ehrenb.) Teil.											x					
<i>Stauroidesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.			x							x						x
<i>Stauroidesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.							x									
<i>Stauroidesmus lobatus</i> (Borg.) Bourr.				x												
<i>Stauroidesmus validus</i> (West & West) Thomas.													x	x		x
DINOPHYCEAE																
<i>Peridinium</i> sp.	x		x	x						x	x	x		x		x
<i>Peridinium</i> sp 1					x							x		x		
<i>Peridinium</i> sp 2													x			
OEDOGONIOPHYCEAE																
<i>Oedogonium</i> sp.	x	x		x		x										
XANTHOPHYCEAE																
<i>Goniochloris spinosa</i> Parscher								x								
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja				x												
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Naeg.) Skuja											x					
<i>Pseudostaurastrum enorme</i> (Ralfs) Chodat							x									
<i>Tetraedriella jovetti</i> (Bourr.) Bourr.										x		x			x	x



Registrou-se um importante aumento dos valores de riqueza de espécies fitoplanctônicas em abril de 2010, em relação aos primeiros meses do enchimento (Figura 61, Tabela 7). No rio São Marcos o número de táxons variou de 7 no ponto

EM BRANCO

2, situado a jusante da barragem, a 33 no ponto 4, situado a montante, com média de 20 táxons por amostra.

Nos pontos situados nos braços do reservatório, formados pelos tributários do rio São Marcos, a riqueza de espécies variou de 5 táxons no ponto 8, situado no rio São Bento, a jusante da barragem, a 35 no ponto 7, localizado no córrego São Domingos. O alagamento destes tributários devido ao enchimento do reservatório provavelmente favoreceu o aumento do número de táxons, uma vez que ocorreu diminuição do fluxo de água e aumento da disponibilidade de luz e de nutrientes. Estas condições certamente favoreceram as clorofíceas, as quais foram as mais especiosas em abril de 2010, representadas principalmente por táxons coloniais, a maioria em fase reprodutiva, sendo observados vários indivíduos em autosporulação, o que reflete as condições ambientais favoráveis, como disponibilidade de luz e nutrientes.

Bacillariophyceae apresentou maior contribuição à riqueza nos pontos com características lólicas (Tabela 7, Figura 62), devido ao fato de serem dependentes de turbulência (Reynolds et al., 2002).

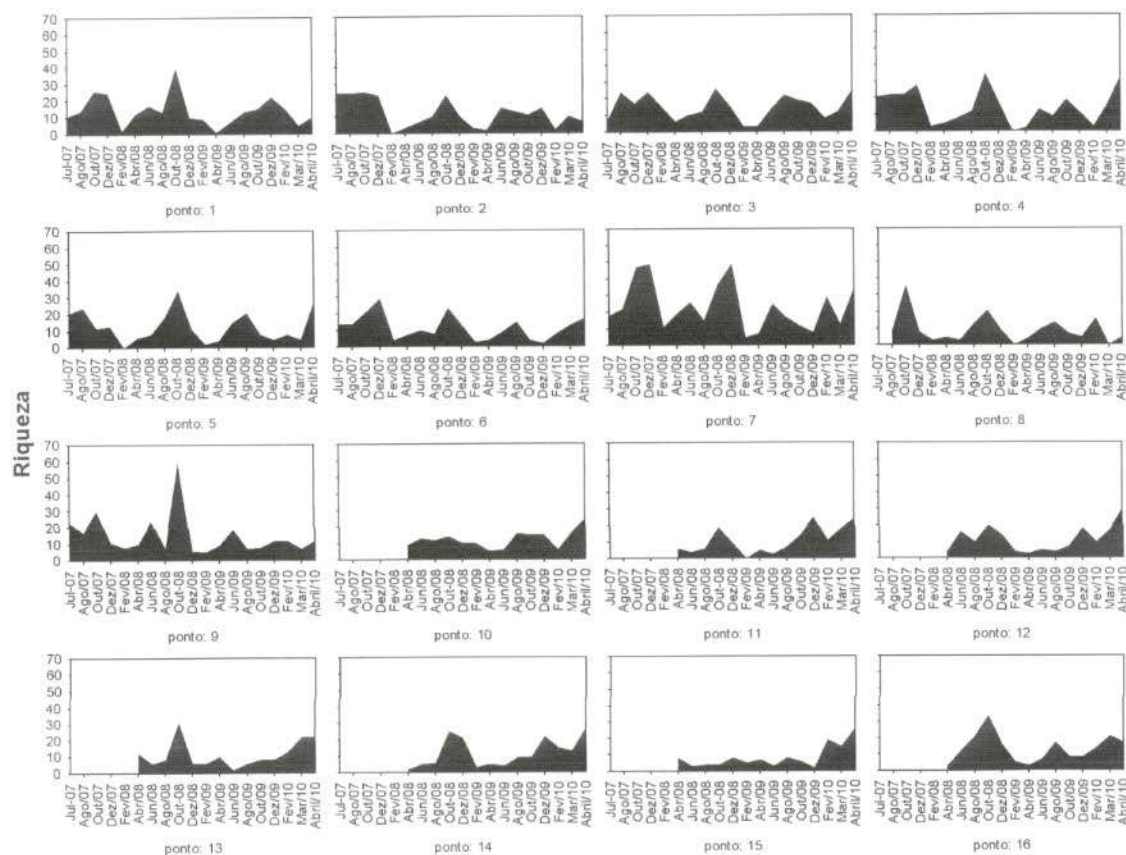


Figura 61. Riqueza da comunidade fitoplanctônica nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM BRANCO

IBRANCOADIGO
 Doc: 69610
 Fl: 1348
 Rub: [assinatura]
 Ministério do Meio Ambiente - MMA

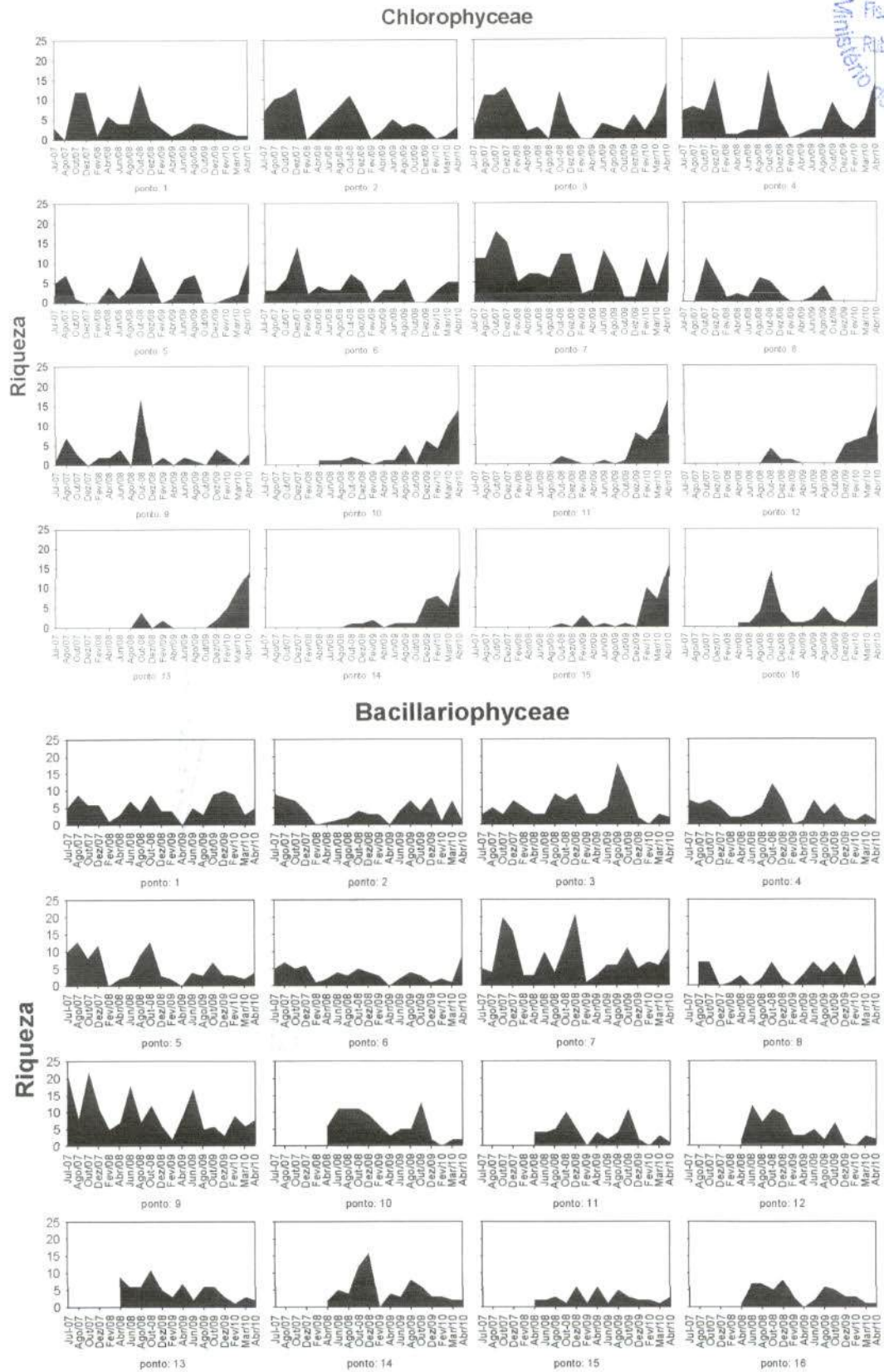


Figura 62. Riqueza dos principais grupos fitoplanctônicos nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do Facão (GO), durante o período de estudo.

EM B.

EM BRANCO



EM BRANCO

69610
1347
MMA

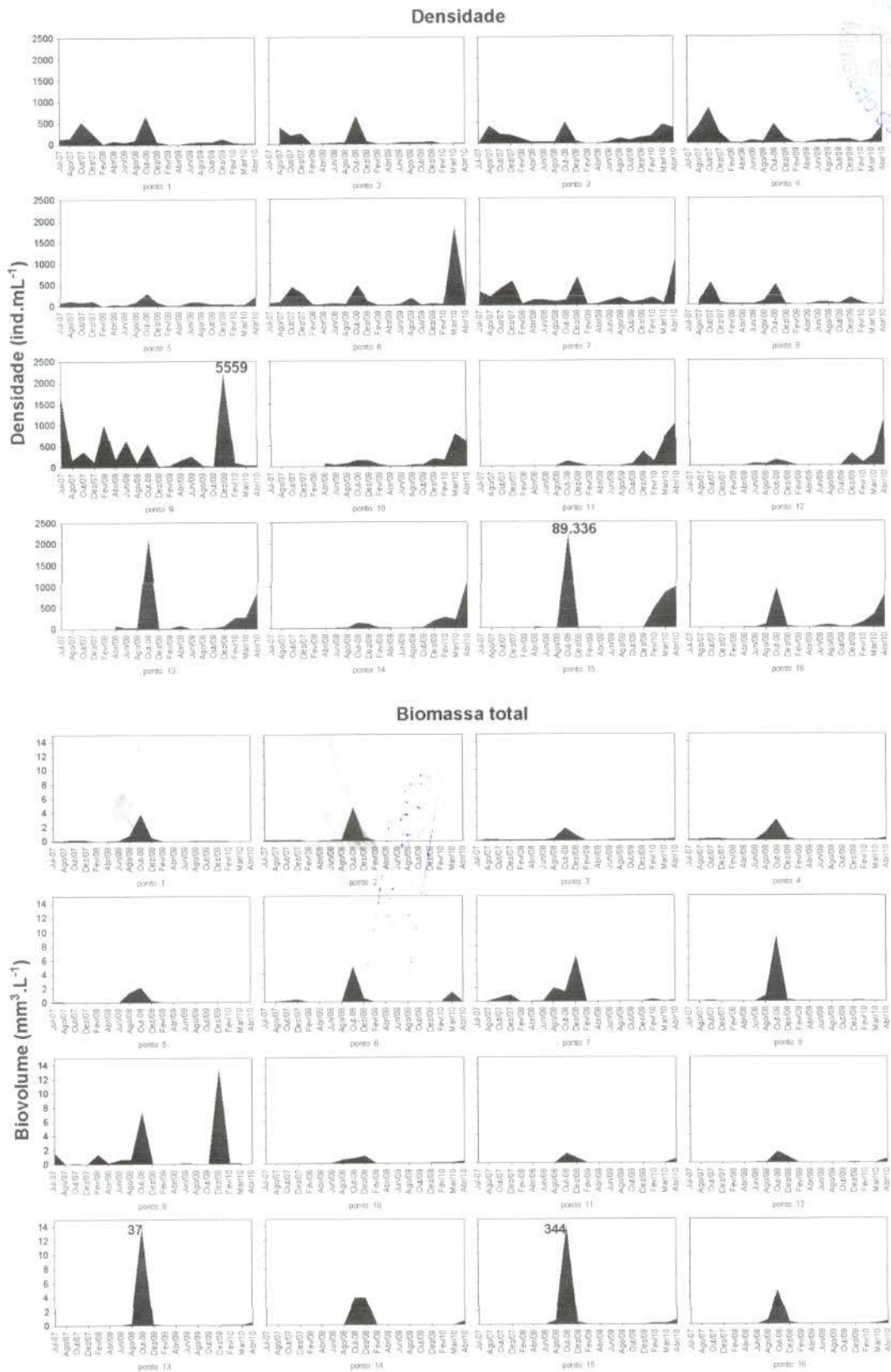


Figura 63. Variação temporal e espacial da densidade e Biovolume fitoplanctônico nos pontos monitorados na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valores máximos).

EM BRANCO

Os baixos valores registrados nos pontos com características lóticicas são geralmente verificados em outros sistemas lóticicos, 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).

A despeito do aumento verificado para os valores de densidade em abril de 2010, a estrutura fitoplanctônica neste mês, foi determinada por táxons de pequenas dimensões, pertencentes principalmente às clorofíceas, o que determinou os baixos valores de biomassa registrados. Neste sentido, como registrado ao longo do monitoramento durante a fase rio, e nas primeiras amostragens da fase de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, os valores de biovolume fitoplanctônico caracterizaram condições oligotróficas, seguindo os critérios propostos por Vollenweider (1968), haja vista que estes foram menores que $2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$, na maioria das amostras. Exceção foi verificada nos pontos 13 e 15 em outubro de 2008 e no ponto 9, em dezembro de 2009, nos quais foram registrados condições eutróficas.

Os demais grupos taxonômicos também foram influenciados pelas mudanças ocorridas, sendo registrada alta contribuição de cianobactérias, bacilariofíceas, zignemafíceas e criptofíceas nanoplanctônicas, em abril de 2010 (Figuras 64, 65, 66 e 67).

Em abril de 2010, as cianobactérias foram registradas na maioria dos pontos monitorados, exceto nos pontos 8 e 9, e apresentou maior contribuição no ponto 7, sendo representada principalmente *Synechocystis aquatilis*, táxon unicelular adaptado a uma ampla variação ambiental, sendo freqüente e dominante em ambientes eutróficos (Reynolds et al., 2002). Nos pontos com menor velocidade de fluxo, houve maior contribuição de cianobactérias coloniais, as quais são favorecidas em ambientes com maior estabilidade da coluna de água, alta transparência e alta concentração de nutrientes.

EM BRANCO

IBAMA/COADIG
69600
1/2019
Ambiente - MAA

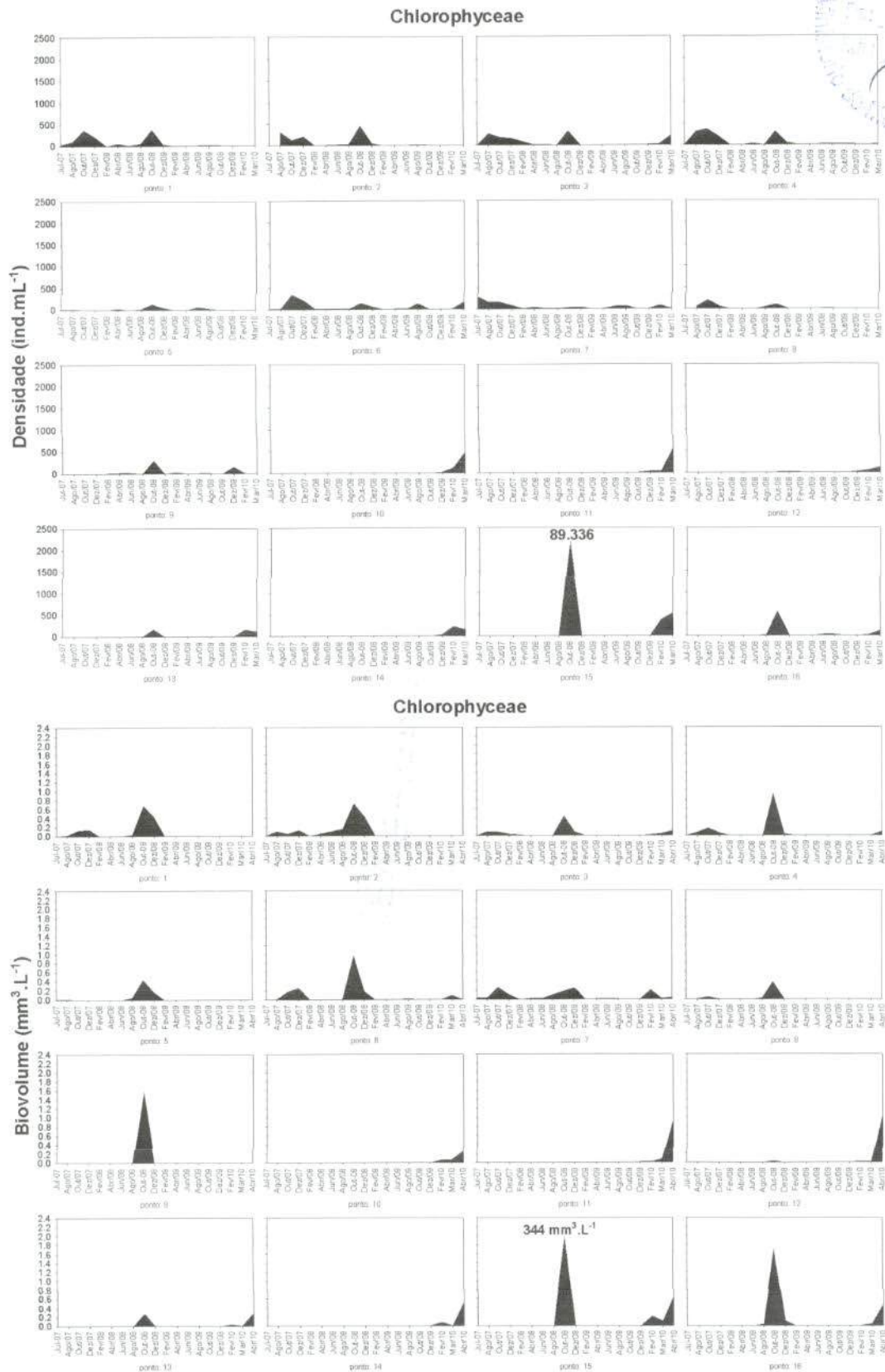


Figura 64. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Chlorophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO

696610
 MMA
 Ambiente - MMA

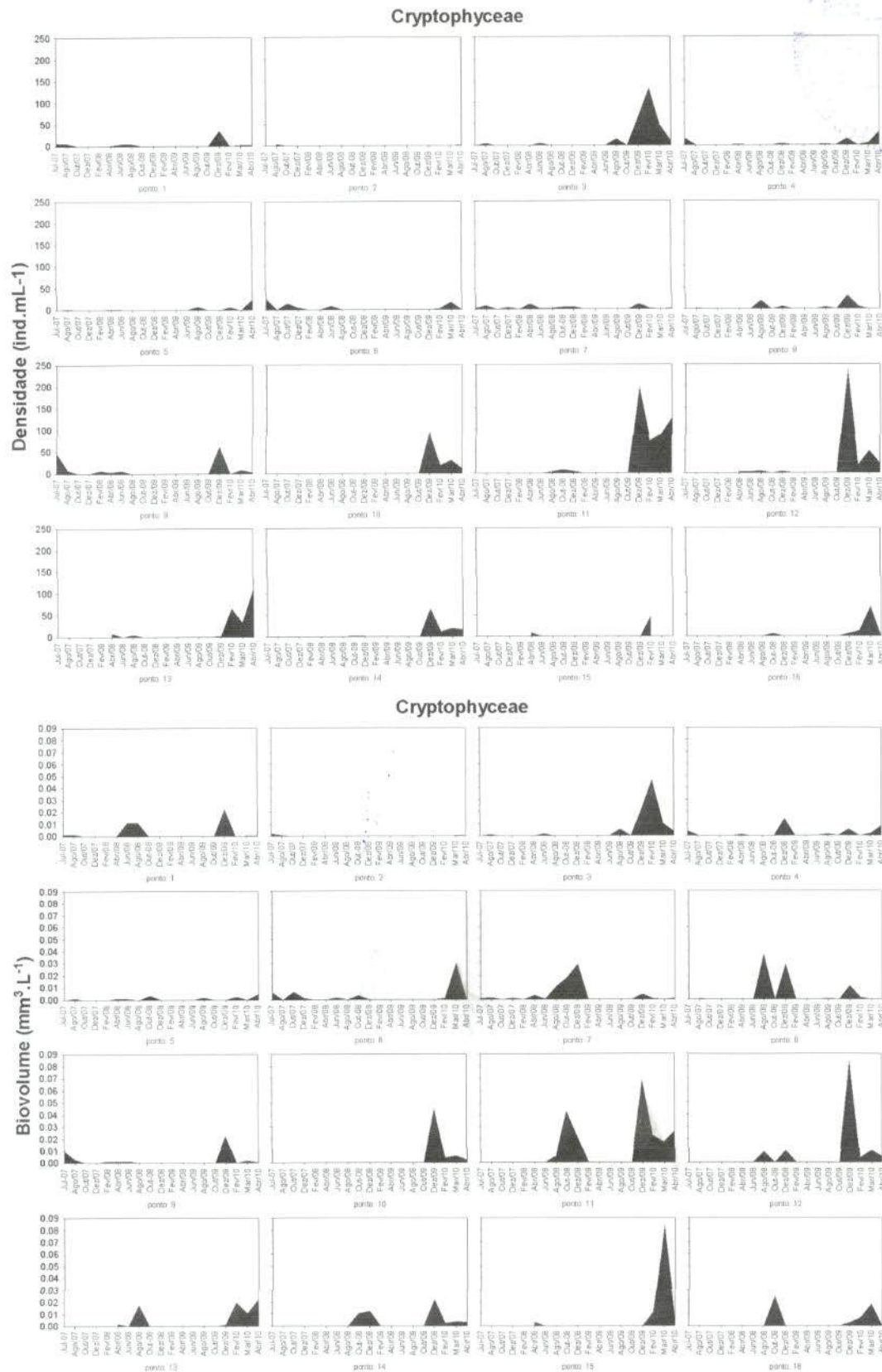


Figura 65. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Cryptophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM PR...

69660
1351
Instituto do Meio Ambiente - MMA

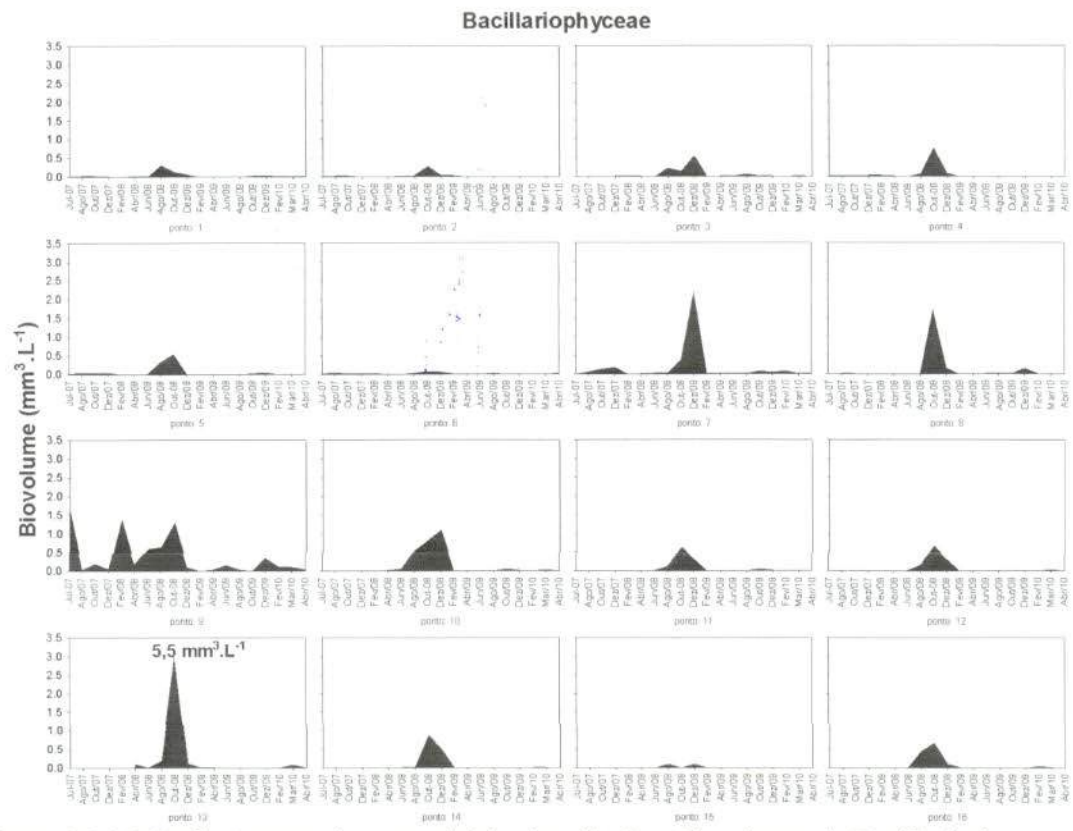
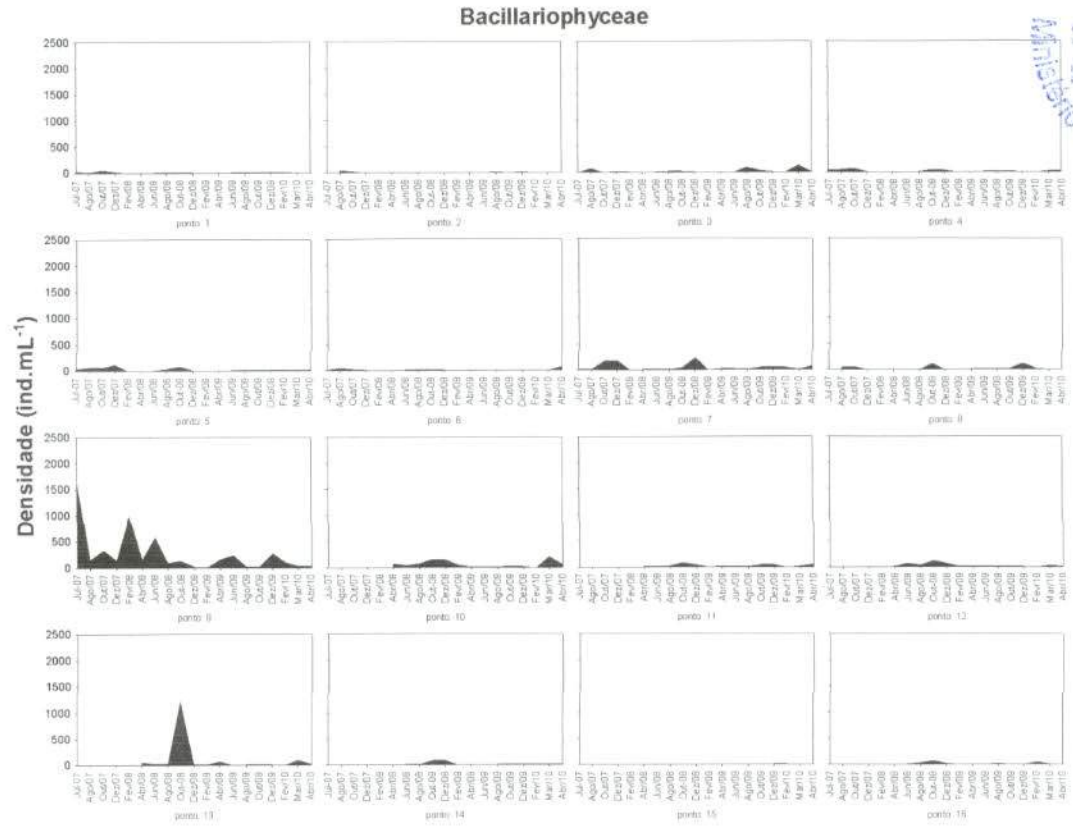


Figura 66. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Bacillariophyceae na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo. (Notar valor máximo).

EM BRANCO

696690
1332
Laboratório do Meio Ambiente - MMA

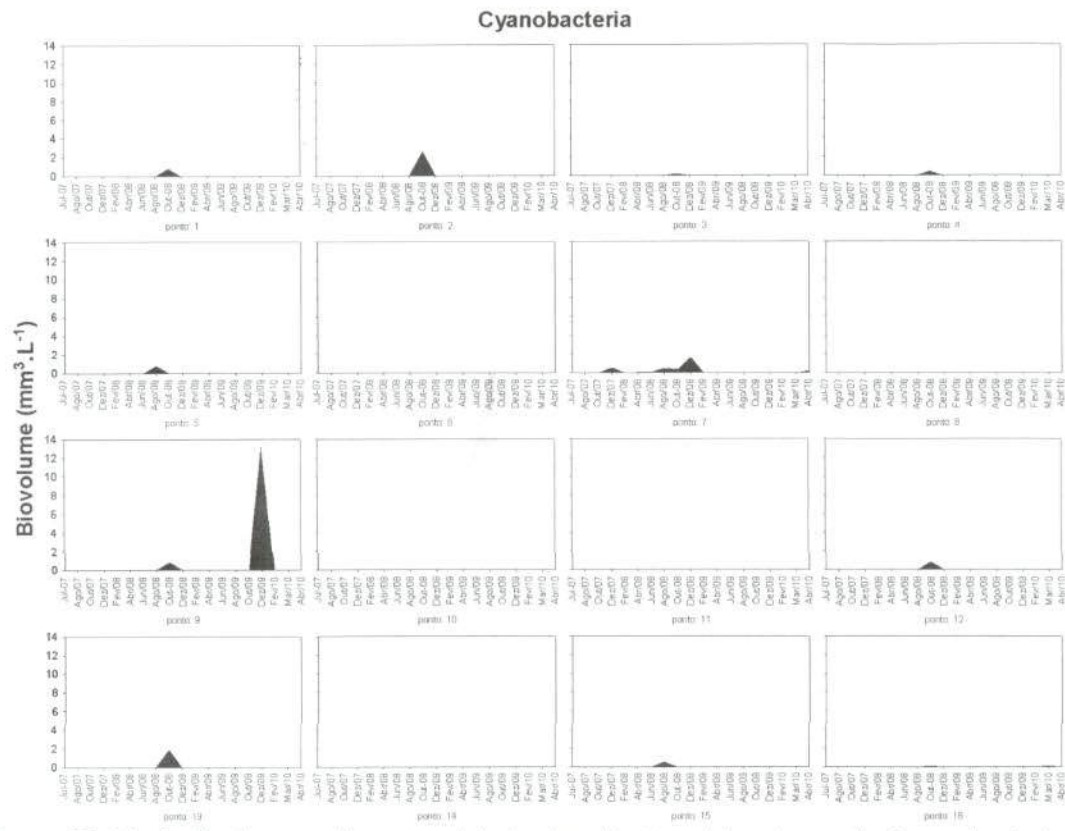
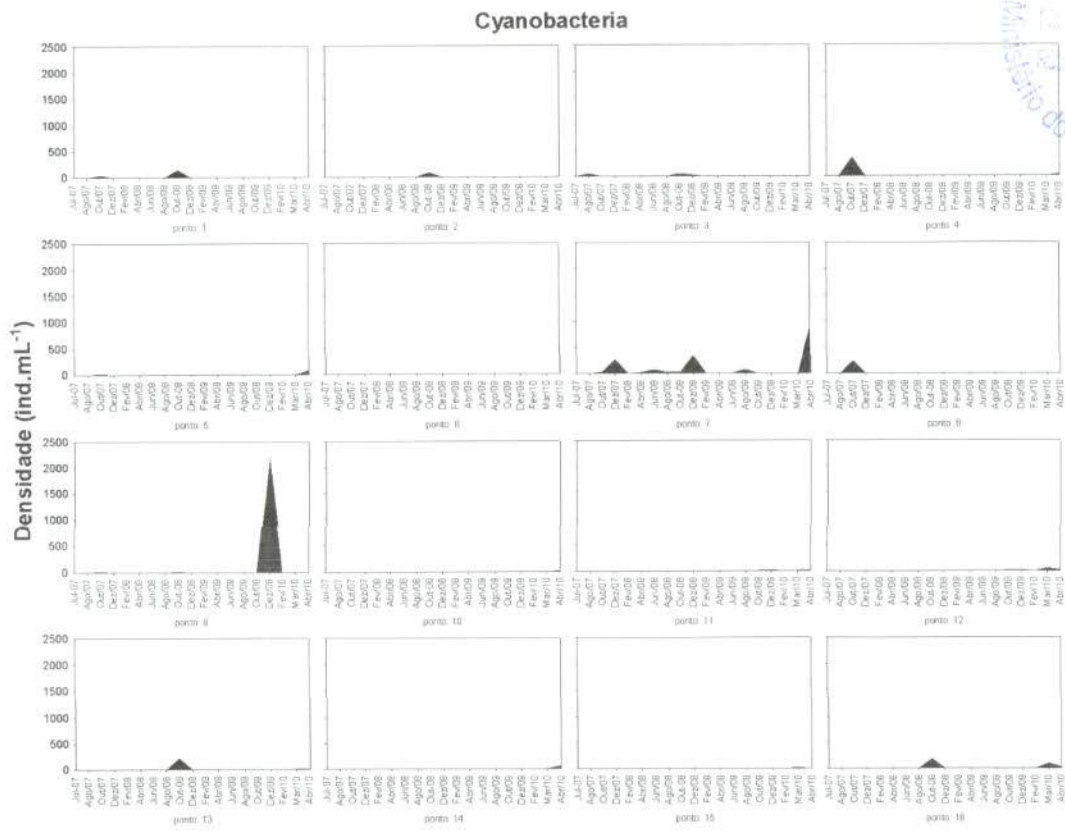


Figura 67. Variação temporal e espacial da densidade e biovolume de Cyanobacteria na área de influência da UHE Serra do facão (GO), no período de estudo.

EM BRANCO

Tabela 8: Densidade (ind.ml⁻¹) dos táxons fitoplanctônicos inventariados nos pontos de coleta da área de influência da UHE Serra do Facão (GO), em abril 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.						3	9									
<i>Achnanthes</i> sp.						14	3									
<i>Amphipleura</i> sp.	1															
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenb.) Sim.										3						
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.						3				3						
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Sim. var. <i>granulata</i>											1					
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Holk & Klee			18	29	3		29			57				11	6	
<i>Cyclotella</i> sp.											54	5				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.			3				3									
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow						9	3									
<i>Cymbella</i> sp.	3															
<i>Fragilaria</i> sp.					9		1							1		
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.								1								
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.						3	11									
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.						17										
<i>Navicula schroeterii</i> Meist.											9					
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.					14	6		3	9							
<i>Navicula</i> sp.	3	5					3									
<i>Nitzschia cf. gracilis</i> Hantzsch.										3						
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.						14	9		9							
<i>Nitzschia</i> sp.					3											
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve						3										
<i>Pinnularia</i> sp.							3		6							
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.							3	6	6							
<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.												5	21		6	5
<i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Round & Craw.															6	
Pennales não identificada 1	3												14			
Pennales não identificada	3															
CYANOBACTERIA																
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmerm.) Cronb. & Komárek							3									
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström			13	13			17			20				22	1	10
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. e G. S. West							23									
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmerm.							49			1						
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemmerm.										3				11		
<i>Cyanoduction cf. imperfectum</i> Cronb. & Weib.																5
<i>Dolichospermum circinale</i> (Rabenh. ex Bornet et Flahault) Wacklin et al.								6								
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagn.					9											
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Grev.) Anagn.	3	3														
<i>Geitlerinema</i> sp.		3		8												
<i>Lemmermanniella</i> sp.												5				
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmerm.					3						3	16	28	33		11
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.) Komáreková-Legn. & Cronb.					14											
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmerm.) Komárek				11	49	1										
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Hüb.-Pest. & Naum.) Bourrelly				3												
<i>Radiocystis fernandoi</i> Komárek & Komárek-Legn.							9									
<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hind.					3											
<i>Sphaerocavum</i> sp.													7			
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.				3			775									
Phormidiaceae não identificada					6											

EM BRANCO

Tabela 8. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
CHLOROPHYCEAE																
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.											3					
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lemmerm.					3									6		
<i>Ankyra ancora</i> (Sm.) Fott			5	1						6						
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott			129	18						63	343	27				
<i>Chlamydomonas</i> sp.			3	3						3			28	6		
<i>Chlorella</i> sp.															6	5
<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmerm.				4							5			6		
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohl.													7			
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.			16	3						28	51	60	69	105	120	60
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.													7			
<i>Coenochloris</i> sp.														6		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.				1												
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. e G.S. West					1								14	22	18	54
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West. Et G. S. West.) Kom.									1							
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.									23							
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P. Richter) E. Hegew.									3							
<i>Desmodesmus hystrix</i> (Lagerh.) E. Hegew.			3		1	3	31									
<i>Desmodesmus intermedius</i> var. <i>acutispinus</i> (Roll) E. Hegew.							31									
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.										1						
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood											49	27			6	
<i>Elakathotrix</i> sp. (<i>genevensis</i>)											11	114	76	66	66	76
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Komárek Sensu Komárek			11	77							62	454	228	498	470	292
<i>Fusola</i> sp.			5	3						6				6		
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat			3												6	
<i>Kirchneriella contorta</i> (G. M. Sm.) Kom.												11	7			
<i>Kirchneriella roselata</i> F. Hindak			3													
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind. Komárek - Legn.					1											
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Komárek - Legn.		3						3			5					
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Komárek-Legn.																
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárek-Legn.				5		3	6		3		8	5	48	6	6	
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Komárek-Legn.			1													
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.						1	3		3		5					
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Komárek-Legn.	3		13		9	6				34		22	14	28	24	22
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. e G.S. West) Komárek-Legn.						1							14	33	1	
<i>Monoraphidium</i> sp.											35	38				
<i>Nephrocytium allantoideum</i> Bohlin 10 x 5											62	81		6	18	11
<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West				1												
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat			66	18	3		6			169		43	83	72	108	124
<i>Oocystis</i> sp.										9	38					
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs								3								
<i>Quadrigula</i> sp.											11					
<i>Raphidocelis contorta</i> (Schm.) Marv. et al.											9					
<i>Scenedesmus acunae</i> Com.					9											
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenb.) Chodat				1	9		17					11	7	6		
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen				1												
<i>Scenedesmus</i> sp.											8					
<i>Selenastrum gracile</i> Reins.											1					
<i>Sphaerocystis schroeterii</i>																22
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Kors.) Bourrelly				40							52					
<i>Schroederia antillarum</i> Komárek		3														
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmerm.		3							3	69		11	35	55	6	16
<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.					3											

EM BRANCO

Tabela 8. Continuação.

Táxons	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordstedt.) Chodat							3									
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.					1		3									
<i>Volvox aureus</i> C. G. Ehrenb.												68				
<i>Volvox</i> sp.												24				
Chlorococcales unicelular não identificada 1														28	6	49
Volvocales não identificada			8										32			
CHRYSOPHYCEAE																
<i>Dinobryon divergens</i> O. E. Imhof.					3											
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.						6										
<i>Kephyrion</i> sp.																11
<i>Mallomonas akrokomus</i> Huttner											41	16		6		
<i>Mallomonas</i> sp.			3		9		1			3	3	22		17	24	
<i>Mallomonas</i> sp1												5				
<i>Synura</i> sp.												5				
Chrysophyceae perifítica	1															
EUGLENOPHYCEAE																
<i>Trachelomonas cervicula</i> Stokes				55												
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmerm.				34	1											
CRYPTOPHYCEAE																
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.				3							5		14	11		
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.			3	3												
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	3	3	8	13	23				3	11	122	16	97	6	24	
<i>Cryptomonas</i> sp.				8			3					5				
<i>Plagioselmis</i> sp.				3												
ZYGNEMAPHYCEAE																
<i>Closterium acutum</i> L. A. Bréb. ex Ralfs				1	3	9										
<i>Closterium setaceum</i> C. G. Ehrenb. ex Ralfs				1												
<i>Closterium</i> sp.												11				
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst								3								
<i>Cosmarium sphagnicolum</i> West & West					9											
<i>Euastrum abruptum</i> Nordsted.							3									
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs			3													
<i>Staurastrum javanicum</i> Gutwinski			5	5								27	21	17	12	
<i>Staurastrum leptocladum</i> C.F.O Nordsted.			21	8						11	16	5	14		12	
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> J. N. F. Wille			11	3						9						
<i>Staurastrum</i> sp.								3								
<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetracerum</i>					6											
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.			5												1	
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.							3									
<i>Staurodesmus validus</i> (West & West) Thomas.												5				
DINOPHYCEAE																
<i>Peridinium</i> sp.	3			3						1						
<i>Peridinium</i> sp 1					6										6	
XANTHOPHYCEAE																
<i>Tetraedriella jovetti</i> (Bourr.) Bourr.										6		10		6	5	

EM BRANCO

5.7.2. Zooplâncton

Composição

A análise qualitativa das amostras zooplanctônicas obtidas em abril de 2010, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, revelou a ocorrência de 73 espécies, destacando-se, para este mês, os protozoários testáceos com 29 espécies, seguidos por rotíferos, com 24 espécies, cladóceros 11 espécies e copépodes com 9 espécies cada (Tabela 9).

Temporalmente, esse resultado evidencia um incremento substancial no número de espécies para a área de estudo, considerando os valores entre 55 e 64 espécies registradas entre dezembro de 2009 e março de 2010, já nesta fase de pós-represamento. Esse incremento no número de espécies foi determinado especialmente pelo aumento no número de espécies de testáceos, mas observou-se também aumento na riqueza dos demais grupos.

Apesar da redução na velocidade de corrente, determinado pelo barramento, os protozoários testáceos mantiveram-se ainda como grupo mais especioso na área de estudo, embora com um número de espécies bem menor que o observado, em geral, na fase rio (cerca de 50 espécies). Essa dominância dos testáceos, em termos de número de espécies, está, como já discutido em relatórios anteriores, certamente associada à manutenção de áreas predominantemente lóticicas no delineamento amostral.

Em abril de 2010, os protozoários testáceos estiveram representados por 8 diferentes famílias, destacando-se, como ao longo de todo o monitoramento, os *Diffugiidae*, *Arcellidae* e *Centropyxidae* (Tabela 9). O predomínio destas famílias entre os testáceos 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 *Brachionidae* e *Lecanidae* como as famílias mais especiosas (Tabela 9), o que corrobora, em geral, o padrão de composição observado para este grupo em ambientes dulcícolas Neotropicais (Lansac-Tôha et al., 2004).



6366
1756
[Handwritten signature]

EM BRANCO

Tabela 9. Inventário das espécies e suas respectivas densidades (ind.m⁻³) registradas nas amostras de zooplâncton, em abril de 2010, no reservatório da UHE Serra do Facão.

69660
1357
Arquitetura do Meio Ambiente - MA

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
TESTÁCEOS																	
Arcellidae	<i>Arcella artocrea</i>						1										
	<i>A. conica</i>	20	40					1									
	<i>A. dentata</i>	1				10											
	<i>A. discoides</i>	20	40			20		10	1	40							
	<i>A. costata</i>	60	2		80	10	20	20		40							
	<i>A. hemisphaerica</i>					10				1							
	<i>A. megastoma</i>					20		20		20							
	<i>A. vulgaris</i>		20			10		10							1		1
	<i>A. vulgaris undulata</i>		1														
	<i>Arcella sp.</i>	1															
Centropxyidae	<i>Cestropyxis aculeata</i>	40	300			50	80	50	40	60							
	<i>C. eornis</i>	20	180			20	40	30	30	40					1		
	<i>C. constricta</i>	20	1			10	20	1	10								
Trigonopyxidae	<i>Cyclopyxis kahli</i>	1	60		80	30	40	10	20	20							
	<i>C. impressa</i>		1				1										
	<i>Trigonopyxis arcuata</i>		20														
Plagiopyxidae	<i>Plagiopyxis sp.</i>	20	140			3	60		10	20							
Diffugiidae	<i>Diffugia acuminata</i>	1															
	<i>D. cf. bryophila</i>					1	1										
	<i>D. corona</i>		20														
	<i>D. elegans</i>	1															
	<i>D. globularis</i>						1										
	<i>D. cf. gramen</i>																
	<i>D. urceolata</i>	1															
	<i>Diffugia sp.</i>	20				1											
Euglyphidae	<i>Euglypha acantophora</i>									1							
Hyalosphaenidae	<i>Heleopera petricola</i>		20														
Lesquereusidae	<i>Lesquereusia modesta</i>	1	20						10								
	<i>L. spiralis</i>								1								
TOTAL																	
TECAMEBAS		227	865	1	160	195	264	163	112	241	0	0	0	0	2	0	1
ROTIFEROS																	
Brachionidae	<i>Brachionus angularis</i>							40									
	<i>Keratella americana</i>			4120						960	400	1		1	80	1	
	<i>Keratella cochlearis</i>									80							
	<i>K. lenzi</i>			360	1					1	1			80	1		
	<i>Plathyas quadricornis</i>	20			240	1				1							
	<i>Plathyonus patulus patulus</i>		1			10				20							
	<i>Conochilus coenobasis</i>			1				10			1280	80	1	240	240	1	
Conochillidae	<i>Conochilus coenobasis</i>			1				10			1280	80	1	240	240	1	
Euchlanidae	<i>Euchlanis dilatata</i>					30				20							
Epiphanidae	<i>Epiphanis sp.</i>			40													
Gastropodidae	<i>Ascomorpha ecaudis</i>											80				80	
Hexarthridae	<i>Hexarthra mira</i>					1											
Floscularidae	Floscularidae n. identificado							10									
Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>	60	1					1	1	20						80	
	<i>L. cornuta</i>									1							
	<i>L. curvicornis</i>	1															
	<i>L. papuana</i>							10									
	<i>L. proiecta</i>							30									

EM BRANCO

Tabela 9. Continuação.



		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	
	<i>L. quadridentata</i>					1												
Notomatidae	<i>Cephalodella</i> sp.	1	1			10		2		80								
Philodinidae	<i>Bdeloidea</i>	20	60		160	20	1	10	10	60								
Proalidae	<i>Proales</i> sp.						1											
Testudinellidae	<i>Testudinella patina</i>		20															
Trichocercidae	<i>Trichocerca cilíndrica</i>			10880		1					10960	15440	1					
Trichotridae	<i>Macrochaetus sericus</i>		20			1		10		20								
TOTAL ROTÍFEROS		82	123	15401	401	75	2	123	11	222	12001	17121	162	1	321	481	2	
CLADÓCEROS																		
Bosminidae	<i>Bosmina hagmanni</i>	20	1	440	1	10					1200	2000	480	40	80	240	720	
	<i>Bosminopsis deitersi</i>					30												
Daphnidae	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		2		2240	1					80	160	1		80	1	1	
	<i>Daphnia gessneri</i>			80	400	1					5	1680	80	1	240	1120	1360	
Chydoridae	<i>Alona</i> sp.		1									1						
	<i>Chydorus eurynotus</i>	20	20	80	160	680		1		320	18	1	80	3			80	
	<i>Kurzia latissima</i>		1	1						20								
	<i>Nicsmimovilus fitzpatricki</i>			1														
Machothrycidae	<i>Macrothrix cf. triserialis</i>	20	1															
Moinidae	<i>Moina minuta</i>			40							240	240				80		
Sididae	<i>Diaphanosoma birgei</i>			600							480	1920	1840	240	960	720	1040	
TOTAL CLADÓCEROS		60	27	1241	2801	722	0	1	0	340	2023	6002	2481	284	1360	2161	3201	
COPÉPODES																		
Cyclopidae	<i>Ectocyclops cf. rubescens</i>										1							
	<i>Eucyclops cf. ensifer</i>	20																
	<i>Mesocyclops cf. meridianus</i>			1							80							
	<i>Metacyclops mendocinus</i>			1	160								80	40	80			
	<i>Thermocyclops minutus</i>				640					20	2	160	80		160	160	80	
	<i>Thermocyclops decipiens</i>				80													
	<i>Tropocyclops cf. prasinus</i>					20												
	Nauplio de Cyclopoidea	40	80	8760	6240	190	1		10	40	6960	5440	5760	1440	4000	3040	4160	
	Copepodito de Cyclopoidea	20	20	440	160	80	1			1	160	240	80	40	160	80	160	
Diaptomidae	<i>Argirodiaptomus azevedoi</i>											1	80	1	7	160	13	
	<i>Notodiaptomus cearensis</i>			120	13840	1					320	320	2960	440	880	880	1280	
	Nauplio de Calanoida			5120	1440	10					1200	1760	4960	2640	6480	4480	4400	
	Copepodito de Calanoida			2120	7280					20	720	720	5520	3480	7680	4560	2880	
TOTAL COPÉPODES		80	100	16562	29840	301	2	0	10	82	9442	8641	19520	8081	19447	13360	12973	

Entre os microcrustáceos, os cladóceros estiveram representados por 6 diferentes famílias em abril de 2010, destacando-se, assim como em março, os Chydoridae (Tabela 9), como a família mais especiosa. Estes cladóceros são, em geral, litorâneos, e sua elevada diversidade no plâncton revela uma forte influência de condições lólicas, pelo menos em parte da área de estudo.

EM BRANCO

Entre os copépodes, neste último período de amostragem, a família Cyclopidae foi, novamente, a família mais especiosa, representada por 7 espécies, enquanto que os diatomídeos, foram representados por 2 espécies (Tabela 9)

696P20
155
1000
MMA

Riqueza de espécies

Em abril de 2010, os resultados de riqueza de espécies do zooplâncton, evidenciaram, novamente, valores de riqueza relativamente menores que aqueles observados para a fase rio. Assim, neste último período de amostragem, os valores de riqueza variaram entre 8 e 30 espécies (Figura 68), com uma riqueza média aproximada de 16 espécies para a área de estudo, valor este, no entanto, ligeiramente maior que aqueles observados entre dezembro de 2009 e março de 2010 (entre 14 e 15 espécies).

Como discutido em relatórios anteriores, esta redução nos valores de riqueza de espécies está associada à redução na ocorrência de espécies não planctônicas, como aquelas de testáceos, mesmo nas áreas onde aparentemente predominam, ainda, condições lólicas.

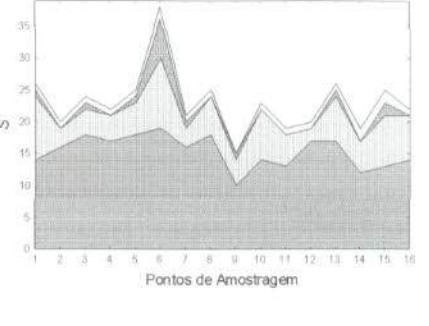
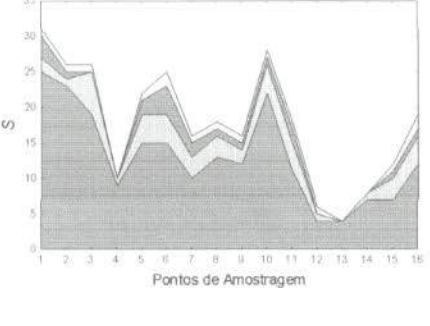
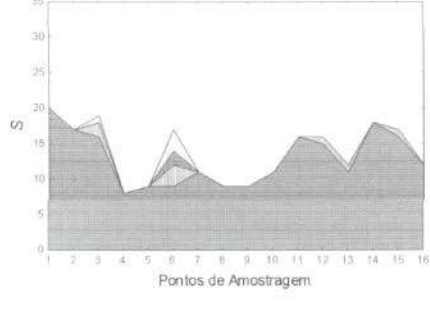
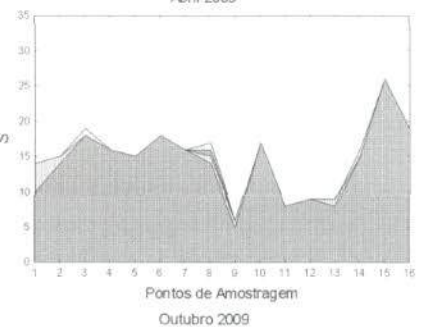
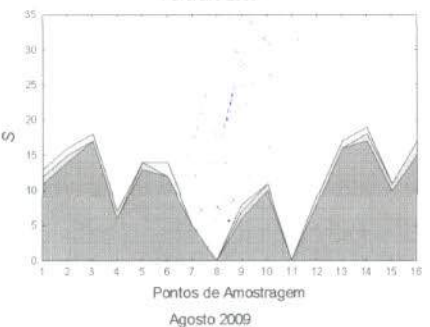
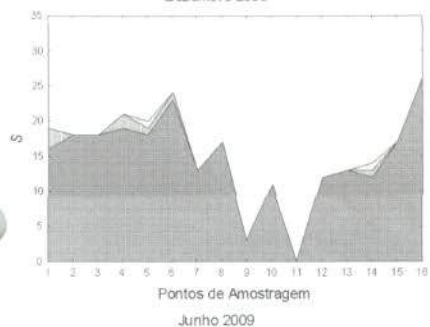
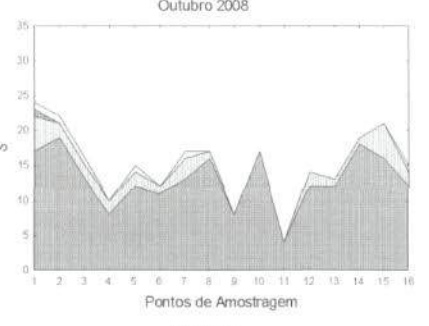
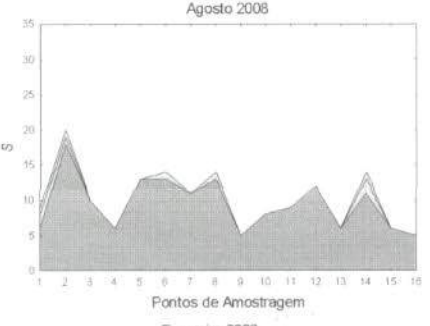
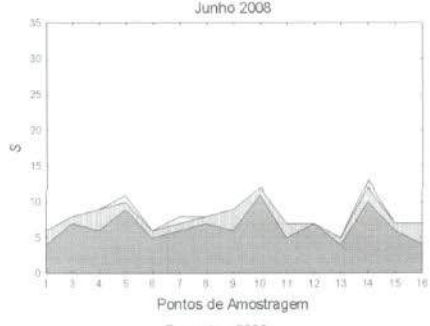
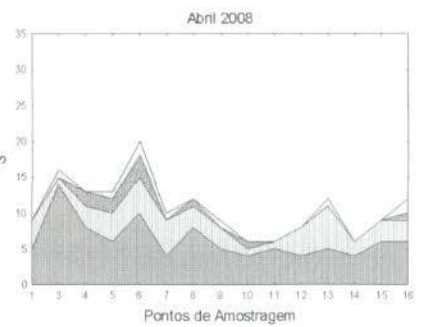
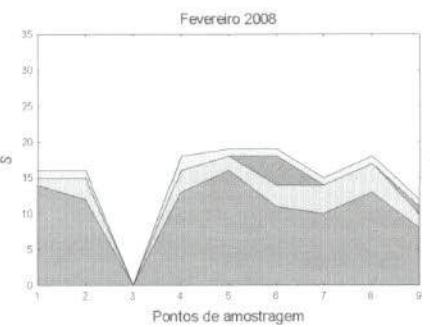
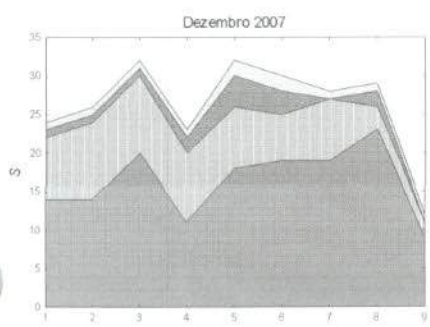
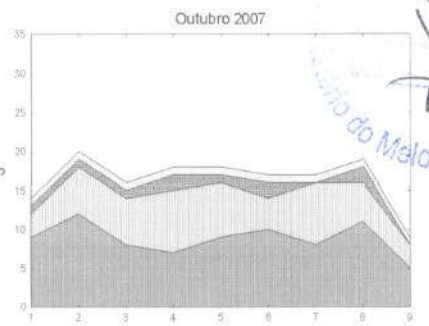
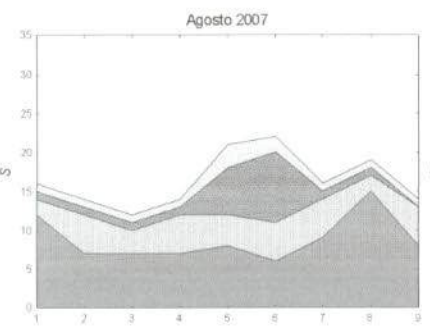
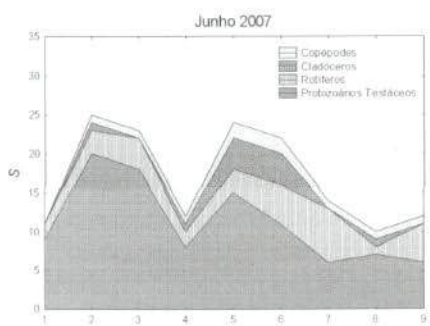
Considerando-se a contribuição dos diferentes grupos para a riqueza, o padrão de distribuição observado em abril é muito similar àquele registrado desde dezembro, ou seja, rotíferos e microcrustáceos constituíram-se nos grupos mais especiosos na maioria dos pontos de amostragem, ao contrário do observado na fase pré-represamento, quando testáceos predominavam (Figura 68). Além disso, os testáceos são ainda bem representados 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 68).

Especialmente, os valores de riqueza em abril foram bem mais variáveis do que aqueles observados nos últimos meses de amostragem. Maiores valores deste atributo foram, mais uma vez, observados nas áreas onde os testáceos são bem representados, regiões estas, caracterizadas, provavelmente, pelo predomínio de condições lólicas, e assim com uma maior ocorrência de espécies não planctônicas. Entre estas áreas destacam-se, novamente em abril de 2010, o rio São Marcos, nos pontos P1, P2 (a jusante), e P5 (a montante), além do rio São Domingos e córrego Fundo (Pontos P7 e P8) (Figura 68).

O menor valor de riqueza de espécies em abril de 2010 foi registrado, assim como em março, no córrego Anta Gorda (Ponto P13), sendo os valores de riqueza, em geral, baixos, na maioria dos tributários (Figura 68).

EM BRANCO

69610
 1560
 Instituto do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO

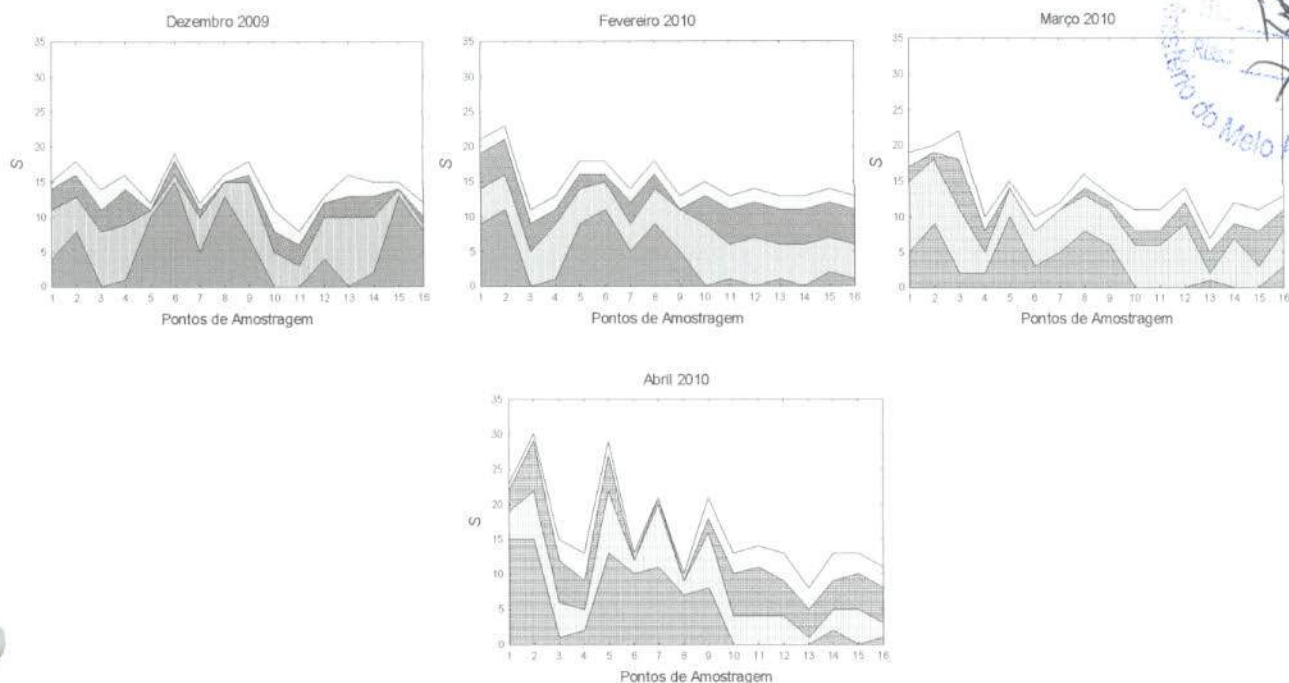


Figura 68. Variação espacial e temporal da riqueza de espécies do zooplâncton, na área de influência da futura UHE Serra do Facão.

Abundância zooplanctônica

Os resultados obtidos para a densidade do zooplâncton, em abril de 2010, evidenciaram, mais uma vez, valores relativamente altos desse atributo, quando comparado àqueles obtidos na fase rio, certamente em resposta à redução na velocidade de corrente determinada pelo represamento (Figura 69).

Assim, em abril de 2010, os valores de densidade do zooplâncton variaram entre 133 e 33.205 indivíduos/m³ (Figura 69), com média aproximada de 13.119 indivíduos/m³ para a área em estudo, o que representa um incremento substancial na densidade média do zooplâncton quando comparado a março (8717 indivíduos/m³).

Como já discutido em relatórios anteriores, estes resultados estão dentro dos valores observados para as áreas lânticas de outros reservatórios brasileiros. Neste sentido, Lansac-Tôha et. al. (2005), estudando 30 reservatórios paranaenses, registraram valores de densidade do zooplâncton variando entre aproximadamente 5000 e 800.000 indivíduos/m³.

Reforçando os resultados obtidos para a abundância após o fechamento do reservatório, em determinadas regiões ainda foram observados reduzidos valores

EM BIANCO

de densidade, característicos de áreas com elevada velocidade de corrente (Basu e Pick, 1996; Layr e Reyes-Marchant, 1997; Kobayashi et al., 1998).

Nestas regiões foi observado, mais uma vez, se não o predomínio, uma maior contribuição de protozoários testáceos para a abundância do zooplâncton, sugerindo que estas sejam áreas pouco afetadas pelo barramento. Essas áreas são, exatamente aquelas onde se observam, em geral, elevados valores de riqueza do zooplâncton, como alguns pontos localizados no rio São Marcos (pontos P1, P2, P5 e P6), os rios São Domingos, São Bento (Pontos P7 e P8) e o córrego Fundo (Ponto P9) (Figura 69; Tabela 9).

Por outro lado, elevados valores de densidade do zooplâncton foram, em geral, observados em pequenos tributários, como os córregos São João da Cruz, Anta Gorda, Segredo, Pirapetinga, Buracão e ribeirão Pires (entre os pontos P10 e P15), e em algumas regiões no rio São Marcos (Pontos P3, P4 e P16) (Figura 69).

Em abril de 2010, a espécie mais abundante do zooplâncton foi um rotífero, *Trichocerca cilíndrica*, que representou aproximadamente 80% de toda a abundância de rotíferos neste mês. Entre os rotíferos destacou-se, ainda, um braquionídeo, *Keratella americana*, como uma das espécies mais abundantes do zooplâncton este mês (Tabela 9).

Além desse rotífero, destacaram-se em abril, os copépodes, especialmente suas formas jovens (Tabela 9). Entre os adultos ressalta-se, novamente o predomínio dos diaptomídeos, representados, mais uma vez, em abril, pela espécie *Notodiaptomus cearensis* (Tabela 9). Entre os ciclopídeos, a co-ocorrência das espécies do gênero *Thermocyclops* foi mais uma vez observada na área de estudo, predominando, assim como em março, *T. minutus* (Tabela 9). Como já amplamente discutido em relatórios anteriores, esta espécie tem sido registrada como dominante, em relação a *T. decipiens*, em reservatórios de bacias preservadas, sugerindo uma boa qualidade ambiental para a área de estudo neste último período de amostragem.

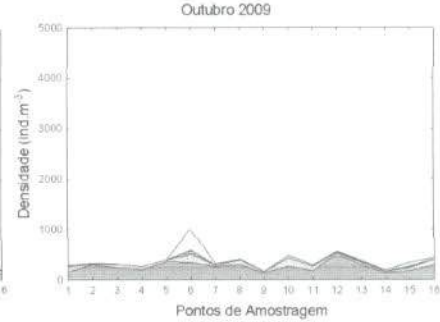
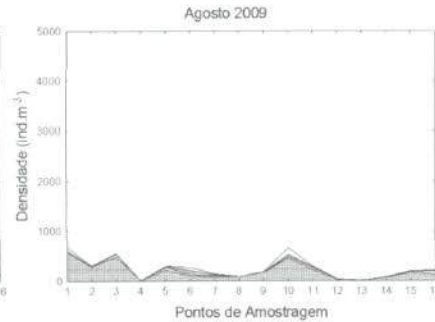
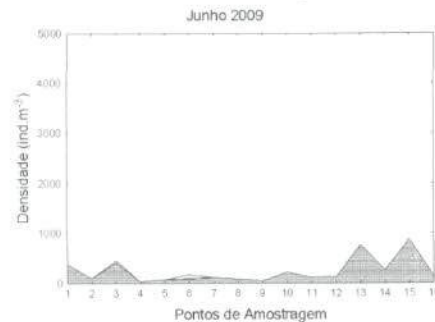
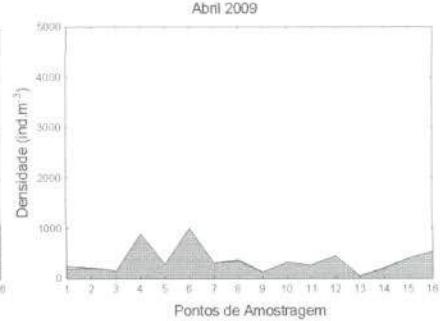
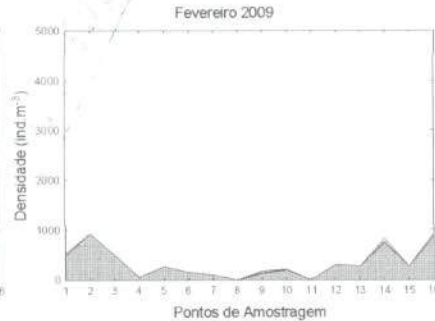
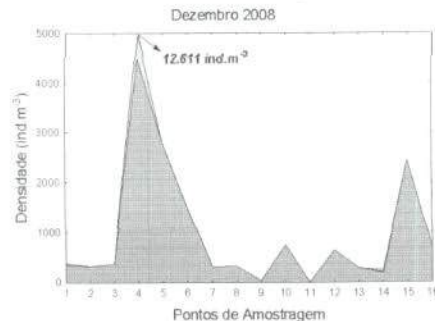
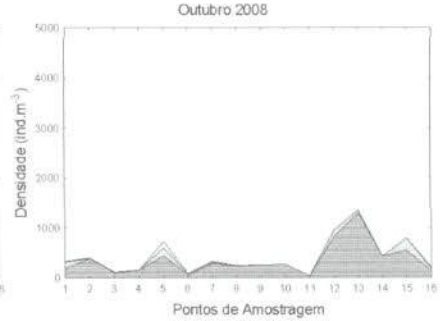
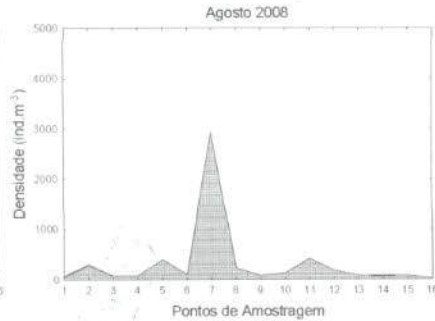
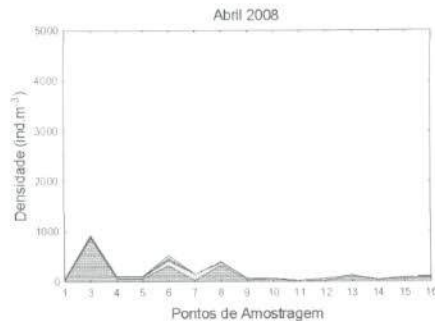
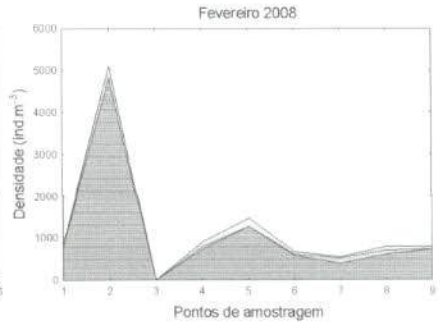
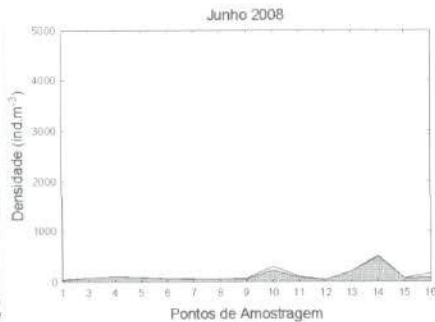
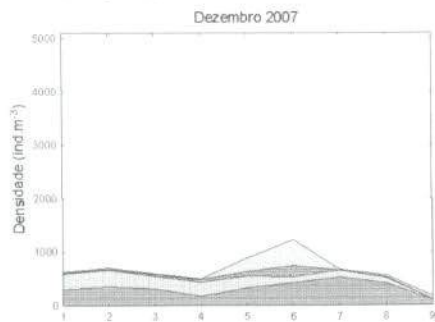
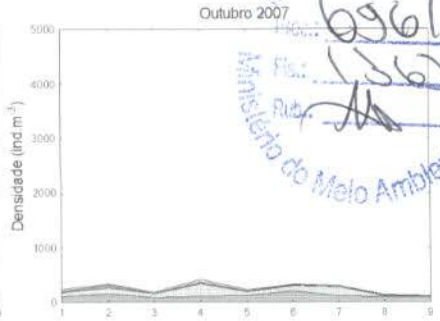
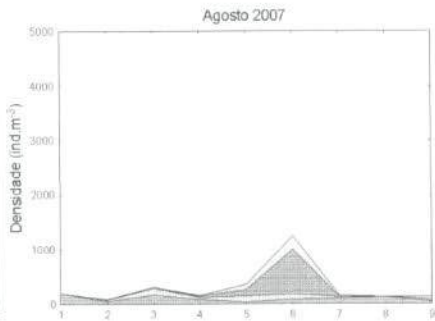
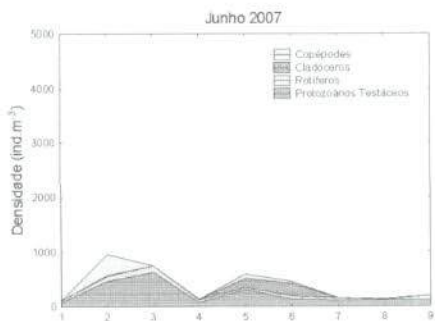
Entre os cladóceros, destacaram-se, em abril de 2010, as espécies *Diaphanosoma birgei*, *Daphnia gessneri* e *Bosmina hagmanni* (Tabela 9).

Para os testáceos, *Centropyxis aculeata* foi novamente a espécie mais representativa, destacando-se, ainda, *Cyclopyxis kahli*, *Plagyopyxis* sp. e *Arcella discoides* (Tabela 9).

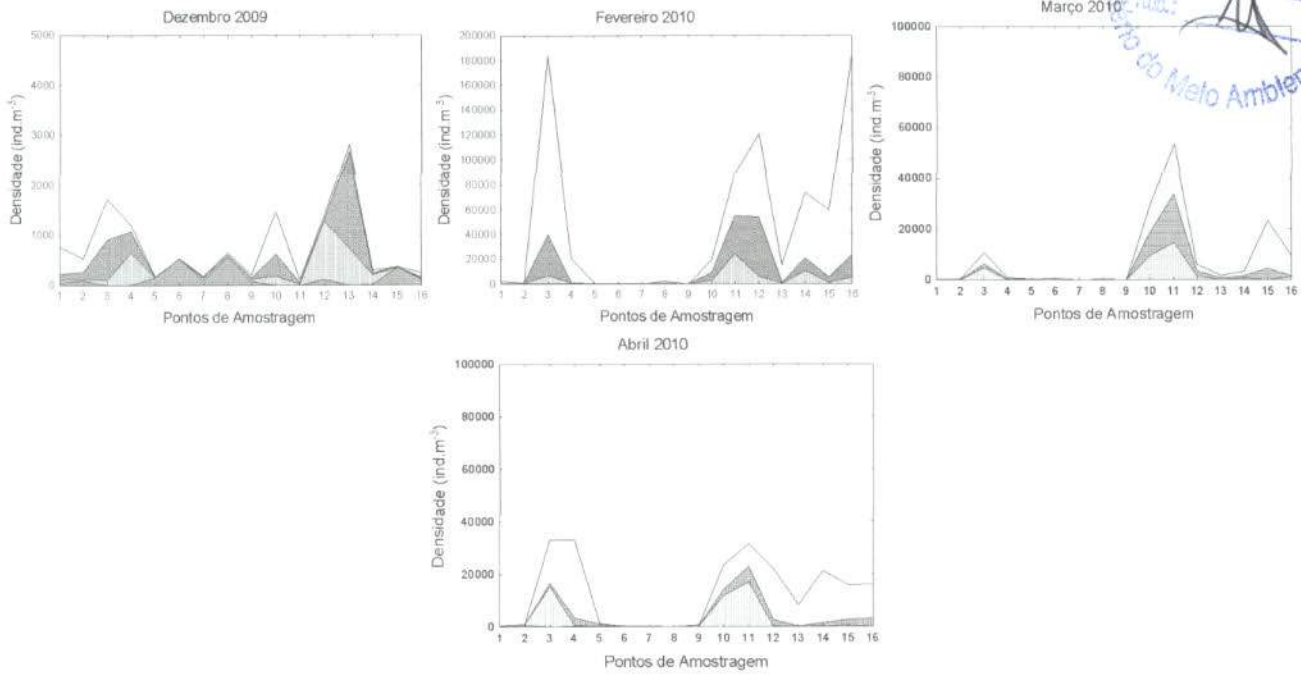


EM BRANCO

INSTITUTO ADRIANO
 Nº. 1362
 Ministério do Meio Ambiente - MMA



EM BRANCO



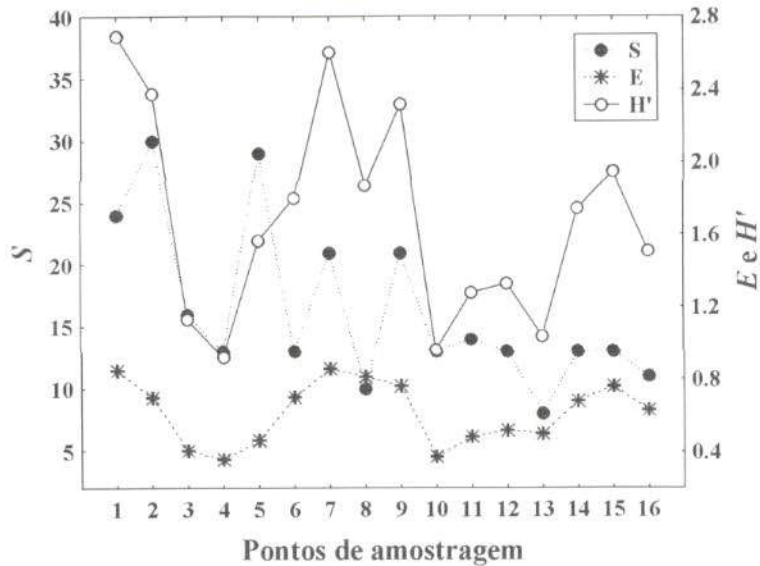
696/10
 1369
 Instituto do Meio Ambiente - MMA

Figura 69. Variação espacial e temporal da abundância do zooplâncton, no reservatório da UHE Serra do Facão.

Diversidade e Equitabilidade

Reforçando os resultados obtidos em março, em abril de 2010, maiores valores do índice de diversidade foram observados no rio São Marcos, nos pontos P1, P2 (a jusante), bem como no rio São Domingos (Ponto P7) e córrego Fundo (Ponto P9) (Figura 70). Esses resultados foram determinados, em geral, pelos maiores valores de riqueza, como também de equitabilidade observados nestes pontos (Figura 70). Por outro lado, os menores valores de índice de diversidade foram observados, mais uma vez, nos pontos P3 e P4, no rio São Marcos, e ainda nos córregos São João da Cruz e Anta Gorda (Pontos P10 e P13) (Figura 70), onde foram também observados, em geral, os menores valores de riqueza de espécies e equitabilidade (Figura 70).

EM BRANCO



69660
1365
Instituto do Meio Ambiente - MMA

Figura 70. 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 abril de 2010.

5.7.3. Zoobentos

A amostragem realizada em abril de 2010, fase do enchimento do reservatório, revelou a presença de 11 táxons (Tabela 10). Em março e fevereiro de 2010 foram identificados 5 e 7 táxons, respectivamente. Por outro lado, em dezembro de 2010 (início do enchimento do reservatório) foram identificados 12 táxons. Foi observada redução da riqueza taxonômica após o início do enchimento do reservatório na maioria dos locais amostrados. A formação de um reservatório implica no surgimento de um novo sistema, com características intermediárias entre ecossistemas lóticos e lênticos (Margalef, 1981), aproximando-se mais de outro extremo, principalmente, em função de seu tempo de residência, o qual varia de acordo com a operação do reservatório (Brandimarte et al., 1999).

Em abril de 2010 foi observado pequeno aumento da riqueza em alguns pontos localizados a jusante da barragem (Pontos 1 e 2), ao contrário do detectado em alguns locais do reservatório, onde não foram identificados nenhum táxon (Pontos 4, 11 e 13; Figura 71). Com o enchimento, ocorre à inundação de áreas adjacentes, o aumento da profundidade, a redução da

EM BRANCO

EM BRANCO



696690
 4766
 Mdo Ambiente - MMA

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 provoca alterações no *ecossistema aquático* (Tundisi et al., 1999). Em ambientes lânticos, 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). Apenas com a estabilização dessas variáveis, a comunidade adaptada a ambientes lânticos coloniza esse tipo de ambiente, aumentando, portanto, a riqueza da comunidade.

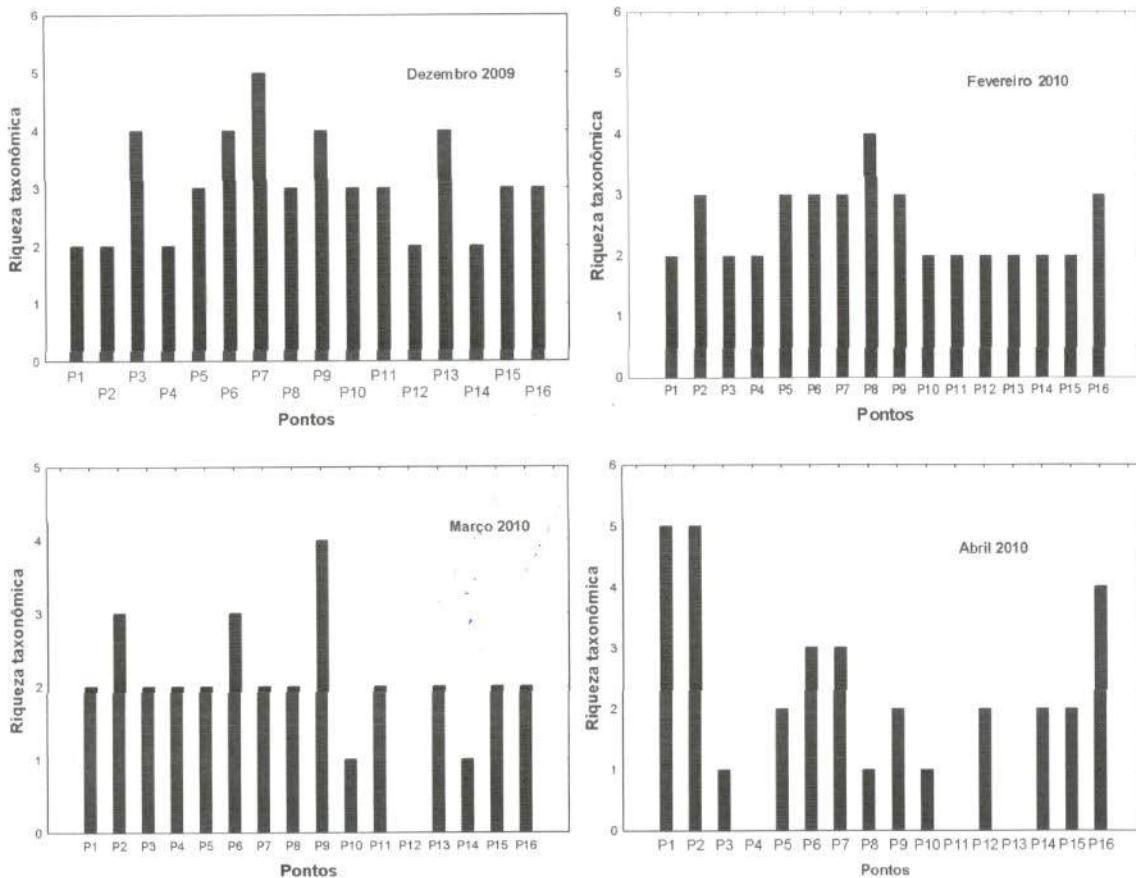


Figura 71. Riqueza taxonômica dos pontos amostrados em dezembro de 2009, fevereiro, março e abril de 2010 (fase enchimento).

Em abril de 2010 as maiores abundâncias totais foram anotadas nos pontos 2 e 16, devido à alta densidade de Chironomidae nesses locais e ao aumento da riqueza taxonômica. Desde o início do enchimento do reservatório

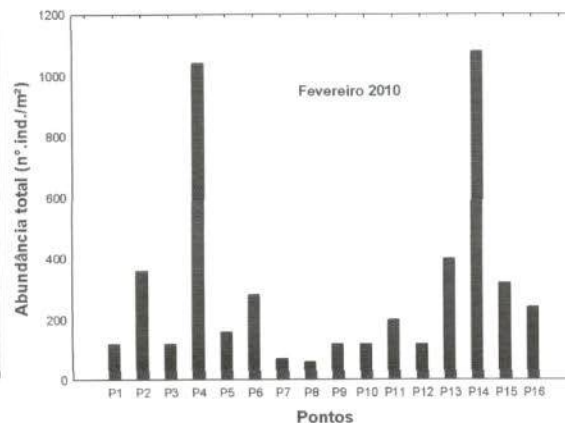
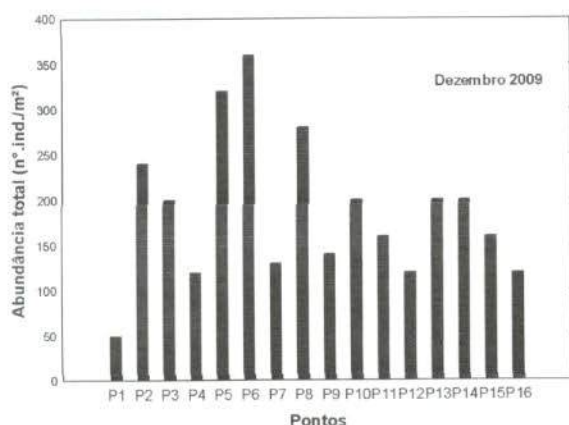
EM BRANCO

696/20
 1362
 AA
 Conselho do Meio Ambiente - MMA

foi observada uma grande redução da abundância total na maioria dos locais amostrados (Figuras 71 e 72).

Assim como em março de 2010, Chironomidae e Oligochaeta, não foram registrados em todos os locais, ao contrário da maioria das amostragens anteriores (Figura 72 e Tabela 10). Reservatórios em geral apresentam uma baixa diversidade de fauna bentônica quando comparados com lagos naturais (Wetzel, 1990). Em todos os locais amostrados no reservatório foi registrada alta quantidade de matéria orgânica, devido à decomposição da vegetação inundada. A baixa riqueza e o aumento da densidade de alguns táxons eram esperados.

Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores densidades, assim como durante o monitoramento realizado entre julho de 2007 e março de 2010. 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). 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.





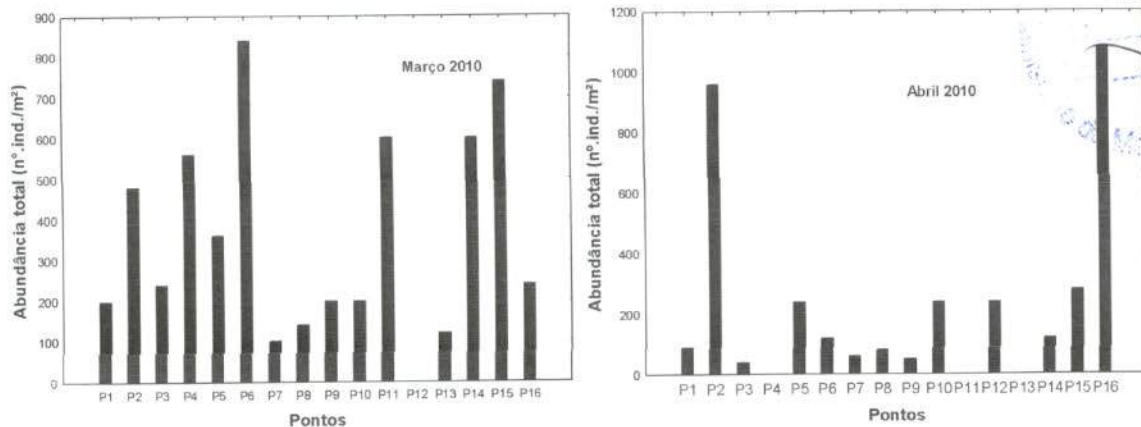


Figura 72. Abundância total dos pontos amostrados em dezembro de 2009, fevereiro, março e abril de 2010 (fase enchimento).

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 *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. No início do enchimento do reservatório esses táxons apresentaram aumento da densidade na maioria dos locais amostrados. Por outro lado, na presente amostragem, em alguns locais foi observada a redução da densidade desses táxons e em outros eles não foram encontrados. *Chironomidae* e *Oligochaeta* vivem em locais que apresentam concentrações anóxicas de oxigênio dissolvido, porém não suportam muito tempo. Com a estabilização dessa variável, aliada a outras, esses táxons voltarão a colonizar, além de outros, que são tipicamente encontrados em reservatórios. Resultados semelhantes foram encontrados no enchimento do reservatório de Mogi Guaçu, por Brandimarte et al. (1999) que verificou a redução da densidade dos grupos que anteriormente eram numerosos (*Chironomidae* e *Oligochaeta*).

EM BRANCO

Tabela 10. Comunidade de invertebrados bentônicos, identificada em abril de 2010 - Serra do Facão.

Táxons/Pontos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Diptera																
Ceratopogonidae	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomidae	30	560	0	0	80	40	30	80	20	0	0	0	0	0	200	880
Collembola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Coleoptera																
Elmidae	20	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psephenidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera NI	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nectopsyche	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera																
Naucoridae	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida																
Oligochaeta	10	320	40	0	160	40	0	0	30	240	0	200	0	80	80	120
Mollusca																
Bivalvia (Unionidae)	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Nematoda	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	40	0	0
Abundância total	90	960	40	0	240	120	60	80	50	240	0	240	0	120	280	1080
Riqueza taxonômica	5	5	1	0	2	3	3	1	2	1	0	2	0	2	2	4

696100
1369
MMA
Ministério do Meio Ambiente - MMA

Assim como em todos os meses amostrados, em abril de 2010 – final do enchimento do reservatório, os táxons Chironomidae e Oligochaeta apresentaram as maiores abundâncias médias e freqüências taxonômicas (Figuras 73 e 74). Apesar desses resultados, foi verificada redução da freqüência desses táxons na presente amostragem. Além de Chironomidae e Oligochaeta, foi registrado Nematoda em alguns locais, que comumente é registrado em reservatóFiguras 73 e 74).

Em abril de 2010, foi observado o aumento da riqueza nos pontos 1 e 2, localizados a jusante do reservatório, ao contrário dos pontos 7, 8, e 9, que mantiveram a riqueza baixa e também estão localizados a jusante (Tabela 10). Nesses locais foi verificado o aumento da riqueza de insetos, que segundo Hynes (1970), são responsáveis pela maior parte da comunidade bentônica. O ponto localizado à montante, continuou apresentando uma baixa riqueza, podendo ser devido ao substrato arenoso, que é dominante no local. Fisicamente, o tipo de substrato, apresenta grande influência na colonização e



estrutura da comunidade bentônica, uma vez que, em ambientes lóticos são instáveis e não oferecem abrigo.

69690
1390
Instituto do Meio Ambiente - MMA

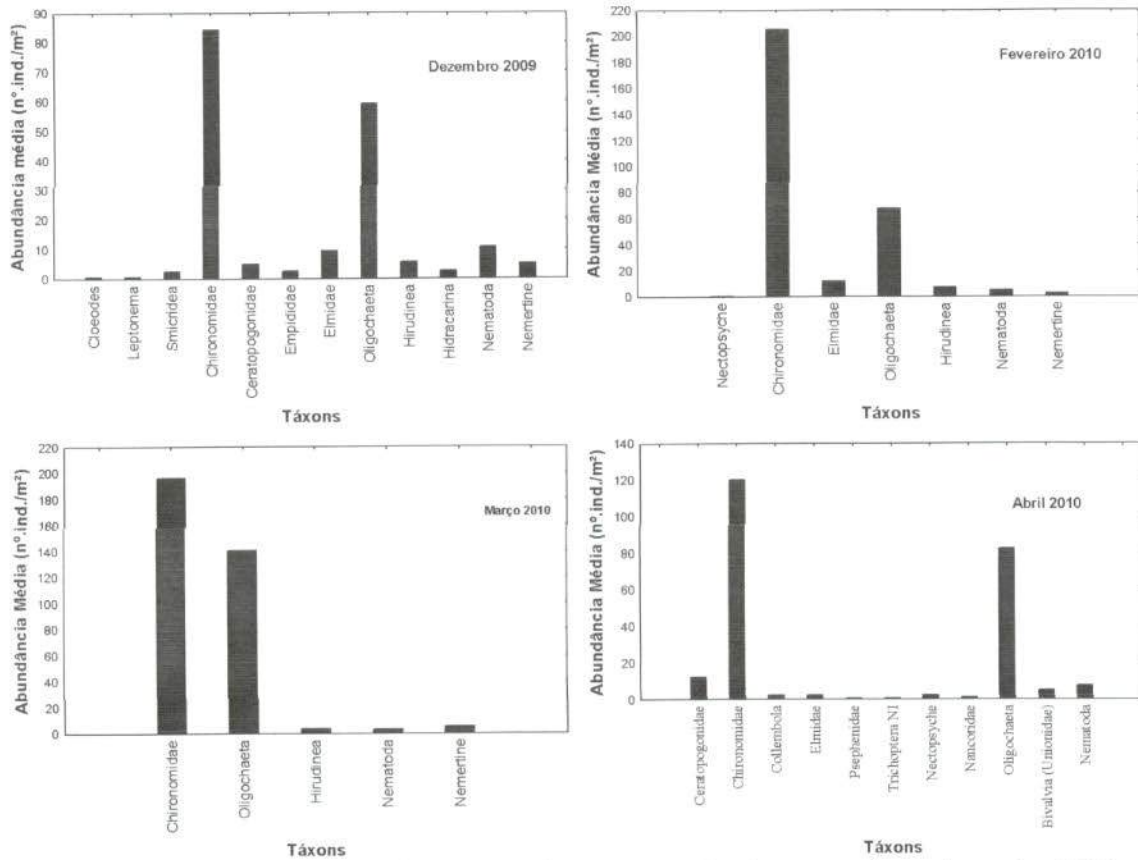
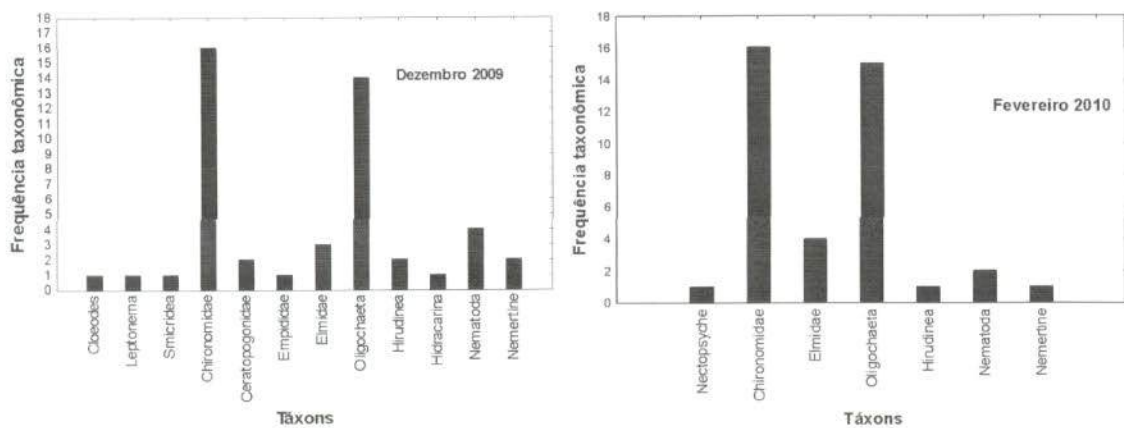


Figura 73. Abundância média dos táxons amostrados em dezembro de 2009, fevereiro, março e abril de 2010 (fase enchimento).



EM BRANCO

696/10
15/3/10
MMA
Laboratório de Meio Ambiente - MMA

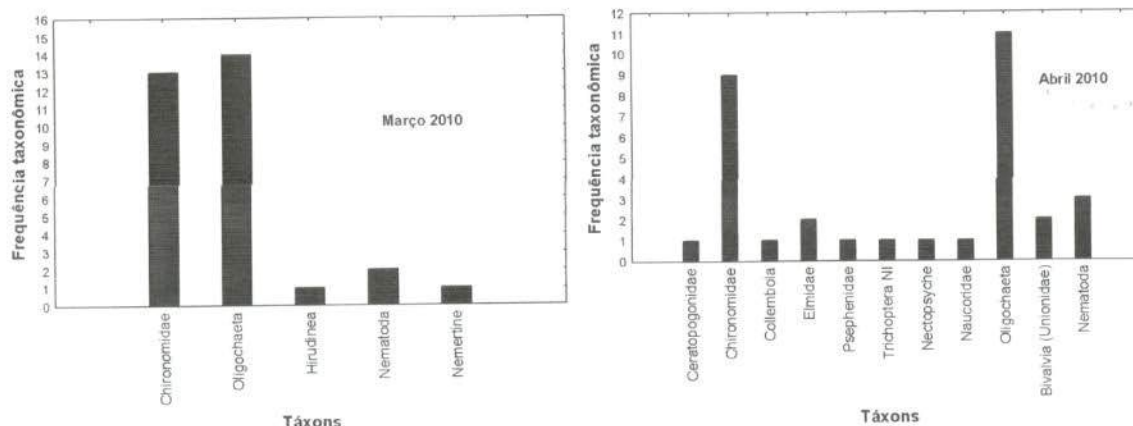


Figura 74. Frequência dos táxons amostrados em dezembro de 2009, fevereiro, março e abril de 2010 (fase enchimento).

5.7.4. 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 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 abril de 2010, na área de influência do AHE Serra do Facão, não foi observada a presença dessas plantas.

EM BRANCO

6. Considerações finais

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 abril 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 no ponto 4 (rio São Marcos);
- valor de cor superior a 75 mg Pt/L nos pontos 1 e 2 (rio São Marcos, jusante da barragem);
- concentração de ferro dissolvido superior a 0,3 mg/L nos pontos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11 e 13;
- concentração de fósforo total superior a 0,05 mg/L nos pontos 1, 2 (rio São Marcos, jusante da barragem) e 9 (córrego Fundo);
- concentrações detectáveis de óleos e graxas nos pontos 1, 3 e 9;
- densidade de coliformes fecais (termotolerantes) superior a 1000 NMP/100ml nos pontos 4 (rio São Marcos) e 7 (córrego São Domingos).

Entre julho de 2007 e abril de 2010, a maior parte das transgressões da Resolução CONAMA nº 357/ 2005 ocorreu durante o período chuvoso, o que é esperado, tendo em vista o maior escoamento superficial do ambiente terrestre para o sistema aquático. No entanto, foi possível observar que a maior parte das concentrações de oxigênio dissolvido, turbidez, pH, fósforo total, DBO₅ e coliformes fecais (termotolerantes) esteve de acordo com os limites preconizados pela referida resolução. 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.

Ao longo de todo o período estudado, os valores de IQA também indicaram que o trecho monitorado do AHE Serra do Facão apresentou "boa" qualidade da água, com poucas exceções.

Durante o período de enchimento do reservatório, houve redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, o que era esperado, tendo em vista que durante o enchimento do reservatório ocorre a decomposição da matéria

69646
1572
AA
Ambiente - ANMA

EM BRANCO

orgânica inundada, resultando em menores concentrações de oxigênio dissolvido. No entanto, em março e abril de 2010, houve um acréscimo nas concentrações desse gás. Nesse período houve um leve decréscimo nos valores de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, enquanto que as concentrações de clorofila-a foram superiores àquelas mensuradas durante a fase rio. Esse acréscimo nas concentrações de clorofila-a pode ser explicado pelo menor tempo de residência da água e pelo incremento de alguns nutrientes como, por exemplo, o acréscimo de fósforo que ocorreu no trecho monitorado em dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

696/60
1353
Ambiente - AMV

Por outro lado, não houve diferença significativa nas concentrações médias de pH, dureza, alcalinidade, cloreto, ferro, NTK, nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), nitrogênio amoniacal (NH_3), DBO_5 e densidade de coliformes mensuradas antes e durante o enchimento do reservatório.

Além disso, ao longo de todo o período de monitoramento (entre julho de 2007 e abril 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. Esse local também apresentou elevadas concentrações de fósforo total. Pode-se afirmar que tais resultados seja consequência da maior influência antrópica nesse córrego, devido a uma mineração. No entanto, devido a pequena área de drenagem desse tributário, além de sua localização à jusante da futura barragem, pode-se considerar que sua influência sobre as características limnológicas do futuro reservatório e sua jusante será desprezível.

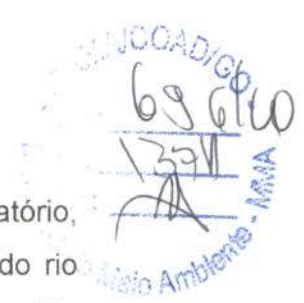
Em abril de 2010, quinta amostragem da fase de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, a comunidade fitoplanctônica foi representada por 188 táxons, os quais estiveram distribuídos entre 10 grupos taxonômicos. Este foi o maior número de táxons registrado desde o fechamento do reservatório, em dezembro de 2009, e provavelmente está associado ao aumento do número de habitats devido ao alagamento das regiões marginais do canal principal e tributários.

Registrou-se um expressivo aumento para os valores de riqueza e densidade nesta quinta amostragem da fase de enchimento do reservatório, especialmente nos pontos localizados na região lacustre do reservatório e nos

EM BRANCO

EM BRANCO





braços formados pelos tributários. Ao longo do eixo longitudinal do reservatório, os valores de densidade e biomassa mostraram um gradiente no sentido rio barragem, com os menores valores na região lótica, um aumento na região intermediária do reservatório e queda na região lacustre. Este gradiente provavelmente foi devido às variações da vazão e do tempo de retenção da água em cada região do reservatório.

A despeito do aumento verificado para os valores de densidade em abril de 2010, a estrutura fitoplanctônica neste mês, foi determinada por táxons de pequenas dimensões, pertencentes principalmente às clorofíceas, o que determinou os baixos valores de biomassa registrados. Neste sentido, como registrado ao longo do monitoramento durante a fase rio, e nas primeiras amostragens da fase de enchimento do reservatório da UHE Serra do Facão, os valores de biovolume fitoplanctônico caracterizaram condições oligotróficas, seguindo os critérios propostos por Vollenweider (1968).

As análises da composição, riqueza de espécies e abundância da comunidade zooplanctônica, na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão, em abril de 2010, evidenciaram, em geral, padrões semelhantes àqueles obtidos nos últimos meses de amostragem, na fase pós-barramento. Nesse sentido, foi observado, mais uma vez, valores relativamente baixos de riqueza de espécies, associados a um incremento expressivo na abundância do zooplâncton, em especial nos tributários, mais também em alguns pontos do rio São Marcos.

Temporalmente, observou-se, em abril, um incremento substancial nos valores de riqueza e densidade, quando comparado a março de 2010, embora os resultados de densidade sejam ainda inferiores aos registrados em fevereiro, quando foram registrados os maiores valores deste atributo.

Corroborando o padrão registrado desde dezembro de 2009, em abril, 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. Por outro lado, nas áreas mais influenciadas pelo barramento, com maior redução na velocidade de corrente, observaram-se os maiores valores de abundância do zooplâncton, e o predomínio de grupos tipicamente planctônicos, como rotíferos e microcrustáceos.

EM BRANCO

EM BRANCO

33





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 n°. 7 do processo n° 69610, contendo 200 folhas, abrindo-se em seguida o volume n°. 8

Itallo Hoffman R. Damasceno
Cargatado-Visual
Servidor



EM BRANCO

EM BRANCO