

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

IV- 017 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO ESTADO TRÓFICO DA LAGOA COSTEIRA MÃE-BÁ – ES, BRASIL

Adriana Alves Pereira(1)

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (2003). Analista de Meio Ambiente da Samarco Mineração S/A.

Antônio Sérgio Ferreira Mendonça

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (1975). Mestre em Engenharia Civil (Hidrologia e Recursos Hídricos) pela COPPE/UFRJ. Ph.D. em Engenharia de Recursos Hídricos pela Colorado State University, EUA (1987). Pós-doutor pela Cornell University, Nova Iorque, EUA (1998).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia do Sol, s/nº. Caixa Postal 720004. Ponta Ubu – Anchieta – ES - Brasil – CEP: 29230-000 - Tel: (27) 3361-9296

e-mail adri.a.p@terra.com.br

RESUMO

Lagoas costeiras, devido às suas características físicas e morfológicas, geralmente apresentam elevada produtividade. A eutrofização, caracterizada pelo crescimento exagerado de organismos aquáticos autotróficos, pode interferir significativamente nos diferentes usos dos recursos hídricos. Esse processo é favorecido pelo crescimento populacional, industrial e pela intensificação da agricultura, que elevam a quantidade de nutrientes que alcançam os corpos d'água. A classificação do estado trófico de ambientes lênticos envolve o estabelecimento de níveis ou limites baseados no grau ou intensidade do processo da eutrofização e das suas consequências. Foram desenvolvidas várias metodologias para determinação do nível trófico de lagos e reservatórios. Dentre as metodologias para classificação trófica adaptadas à realidade dos lagos tropicais, pode-se citar aquelas desenvolvidas por Toledo Jr. et. al. (1984) e Salas e Martino (1991). O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água e o nível trófico da lagoa Mãe-Bá. Para isto, foram realizadas quatro campanhas de monitoramento ao longo do ano de 2002 para coleta de amostras na superfície em sete pontos na lagoa, dos quais para três deles também foram feitas amostragens de fundo. As amostras coletadas foram analisadas para os seguintes parâmetros: cores real (Cor R.) e aparente (Cor A.), sólidos suspensos (S-Susp.), sólidos dissolvidos (S-Diss.), turbidez (Turb.), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio bruta (DQO b.) e filtrada (DQO f.), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), nitritos (N-NO₂), nitratos (N-NO₃), nitrogênio orgânico (N-Org.), nitrogênio total (N-Total), fósforo total (P-Total), ortofosfatos (P-PO₄), clorofila-a (Cl-a), coliformes fecais (Col. F.), coliformes totais (Col. T.) e cloretos (Cl⁻). Foram obtidos junto à companhia de abastecimento dados de monitoramento do fitoplâncton nos pontos de captação de água. Além das coletas, foram feitas sondagens para determinação instantânea dos parâmetros oxigênio dissolvido (O.D.), pH, condutividade elétrica (Cond.), salinidade (Salin.) e temperatura (T-Água). Realizaram-se testes estatísticos com os dados, com um nível de significância de 5%. Resultados foram comparados com limites estabelecidos pela legislação vigente. A lagoa Mãe-Bá não mostrou estratificação térmica e apresentou perfil de oxigênio do tipo ortogrado. Ela apresenta baixa salinidade e valores de condutividade menores que lagoas fortemente influenciadas pelo mar. Supersaturação de oxigênio dissolvido, altos valores de pH e fósforo total, elevadas diferenças entre os parâmetros cor aparente e real, DQO bruta e filtrada e altas densidades de fitoplâncton, constituídas tipicamente por cianobactérias, indicam a existência de processo de eutrofização na lagoa Mãe-Bá.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas Costeiras; Qualidade de Águas; Eutrofização.

INTRODUÇÃO

Lagoas costeiras, além de serem influenciadas por características naturais de suas bacias hidrográficas, sofrem

influências antrópicas decorrentes, principalmente, dos diversos usos de suas águas. O homem procura explorar a alta produtividade de lagoas costeiras por meio da pesca e da aquicultura, além de usar as mesmas águas para receber efluentes. Um importante problema que afeta ambientes lênticos é o aumento excessivo de suas produtividades, resultando no crescimento exagerado de organismos aquáticos autotróficos, principalmente algas planctônicas (fitoplâncton) e vegetação aquática (macrófitas). Esse processo, denominado eutrofização, ocorre naturalmente na maioria das lagoas, pois elas funcionam como um depósito de nutrientes provenientes do oceano e de sua bacia hidrográfica. No entanto, este processo é favorecido pelo crescimento populacional, industrial e pela intensificação da agricultura, que elevam a quantidade de nutrientes que alcançam os corpos d'água (Vollenweider, 1981). Eutrofização é normalmente considerada um fenômeno indesejado, pois seus efeitos podem interferir significativamente nos diferentes usos dos recursos hídricos, como abastecimento de água, uso recreacional, irrigação, entre outros.

A produtividade primária depende da disponibilidade de vários nutrientes, principalmente de oxigênio, carbono, nitrogênio e fósforo. A insuficiência de qualquer um dos nutrientes pode provocar limitação do crescimento. Em alguns casos, a luz e a temperatura podem atuar como fatores limitantes ao crescimento de fitoplâncton e macrófitas.

A classificação do estado trófico de ambientes lênticos envolve o estabelecimento de níveis ou limites baseados no grau ou intensidade do processo da eutrofização e das suas conseqüências. Devido à diversidade de fatores influentes, existe uma dificuldade na seleção de parâmetros de caráter simplificado que possam representar a produtividade do ambiente aquático. A transparência, a concentração de fósforo e a concentração de pigmento clorofila-a têm sido tradicionalmente usadas para a classificação trófica de lagos e represas (Von Sperling, 1994).

Foram desenvolvidas várias metodologias para determinação do nível trófico de lagos e reservatórios. A maioria delas aplica-se a lagos de clima temperado, que mostram mais freqüentemente ser o fósforo o principal fator limitante da produtividade. Pelo fato de lagos tropicais possuírem metabolismos mais acelerados que lagos de clima temperado, os modelos propostos para esses últimos são inadequados para lagos de clima tropical (Esteves, 1988).

Dentre as metodologias para classificação trófica adaptadas à realidade dos lagos tropicais, pode-se citar aquelas desenvolvidas por Toledo Jr. et al. (1984) e Salas e Martino (1991). Visando definir a aplicabilidade do modelo de Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson aos lagos e reservatórios brasileiros, Toledo Jr. et al. (1984) propuseram uma modificação na formulação matemática do cálculo do IET, com base nos resultados obtidos em uma pesquisa realizada no reservatório de Barra Bonita - SP, no período de 1978 a 1980. Incluíram ainda uma expressão para o ortofosfato solúvel. No Programa Regional do Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Salas e Martino (1991) utilizaram 39 dados, correspondentes a 27 lagos e reservatórios, incluindo-se algumas lagoas costeiras, localizados em regiões de clima tropical. O estudo resultou em uma distribuição de probabilidade condicional para as categorias de estado trófico, distribuição que permite determinar a probabilidade percentual de estado trófico de um lago ou reservatório com base na concentração de fósforo total.

Vários autores discutem as formas mais adequadas de controlar o processo de eutrofização em corpos d'água. Alguns consideram que o controle de cargas de nutrientes é a maneira mais desejável de reduzir a produtividade primária (Vollenweider, 1981). Von Sperling (1997) considera que o ponto chave para o controle da eutrofização em lagos tropicais é a relação entre o processo de formação de biomassa e a concentração de nutrientes no corpo d'água. Para ele, a recuperação de lagos tropicais degradados deve envolver técnicas adequadas de remoção de algas e macrófitas, o que causa uma forte redução nas concentrações de nutrientes na água, como foi observado em estudos realizados na Lagoa da Pampulha, Minas Gerais.

O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água e o nível trófico da lagoa Mãe-Bá.

MATERIAIS E MÉTODOS

A lagoa Mãe-Bá localiza-se na divisa dos municípios de Guarapari e Anchieta, no litoral sul do estado do Espírito Santo, entre o balneário de Meaípe e o Porto Marítimo de Ubu. Em época anterior a 1970, ocorreu o fechamento do canal de ligação entre a lagoa Mãe-Bá e o mar, por meio de aterro, para a construção da pista da Rodovia do Sol, impedindo assim o fluxo de entrada e saída das águas do mar e da lagoa. Esse fato induziu alterações ao longo dos anos, na região sob influência da lagoa, resultando no aparecimento das condições atuais (Aquaconsult, 1984). É a segunda maior lagoa do Estado, possui forma alongada, com área média de 4,9 km² e profundidade média de 1,9 m. A figura 1 apresenta mapa de localização da lagoa Mãe-Bá.



Figura 1: Localização da lagoa Mãe-Bá.

As águas da lagoa Mãe-Bá apresentam múltiplos usos. Destaca-se por ser manancial de abastecimento doméstico das populações vizinhas, após tratamento e distribuição pela companhia de abastecimento, e pela exploração de poços rasos pelas comunidades ribeirinhas. Suas águas são também utilizadas como receptoras e diluidoras dos efluentes domésticos sem tratamento, proveniente de uma população de 3.650 pessoas situadas em sua bacia hidrográfica. A empresa de pelletização Samarco Mineração S/A utiliza os recursos hídricos da lagoa como receptora de seus efluentes industriais. A empresa possui uma barragem industrial, denominada Barragem Norte, que recebe os efluentes industriais após passar por três etapas de tratamento. A conexão da barragem com a lagoa ocorre por meio de um barramento, que é aberto, em média, quatro vezes por ano. A vazão média anual do efluente da barragem é estimada em 150 m³/h. Outros usos das águas da lagoa Mãe-Bá incluem a pesca e o lazer.

Foram realizadas quatro campanhas de monitoramento ao longo do ano de 2002 para coleta de amostras na superfície em sete pontos na lagoa Mãe-Bá (coletadas a 20 cm de profundidade), dos quais para três deles também foram feitas amostragens de fundo (coletadas a 50 cm do fundo da lagoa, com o auxílio da garrafa de Van Dorn). As campanhas foram distribuídas de modo que a variação sazonal da qualidade da água da lagoa pudesse ser avaliada (25/03, 19/06, 02/10 e 18/12). As amostras coletadas foram analisadas para os seguintes parâmetros: cores real (Cor R.) e aparente (Cor A.), sólidos suspensos (S-Susp.), sólidos dissolvidos (S-Diss.), turbidez (Turb.), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio bruta (DQO b.) e filtrada (DQO f.), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), nitritos (N-NO₂), nitratos (N-NO₃), nitrogênio orgânico (N-Org.), nitrogênio total (N-Total), fósforo total (P-Total), ortofosfatos (P-PO₄), clorofila-a (Cl-a), coliformes fecais (Col. F.), coliformes totais (Col. T.) e cloretos (Cl⁻). Foram realizadas, com o auxílio do Disco Secchi, medições da transparência da coluna d'água (Transp.). Foram obtidos junto à companhia de abastecimento dados de monitoramento do fitoplâncton nos pontos de captação de água (pontos LM-C e LM-F, Figura 2), coletados em frequências variadas no período considerado. As análises foram realizadas segundo o "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA, 1998).

Em todos os pontos, além das coletas foram feitas sondagens com o equipamento Hydrolab, com determinação instantânea dos parâmetros oxigênio dissolvido (O.D.), pH, condutividade elétrica (Cond.), salinidade (Salin.) e temperatura (T-Água). Nas terceira e quarta campanhas, sondagens durante um período de 24 horas foram realizadas nos pontos LM-B (localizado próximo do vertedouro dos efluentes industriais, Figura 2) e LM-E (ponto mais profundo, próximo ao lançamento de esgotos domésticos, Figura 2).

Os resultados da lagoa foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA N.º 20, de 18 de junho de 1986, para águas enquadradas como classes 2 e 7. A ocorrência de diferenças nas concentrações das variáveis entre os locais de coleta na lagoa, entre as campanhas e entre os horários de coleta foi testada através da técnica de análise de variância (ANOVA) e dos testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Mapa de localização dos pontos de monitoramento é apresentado na figura 2.

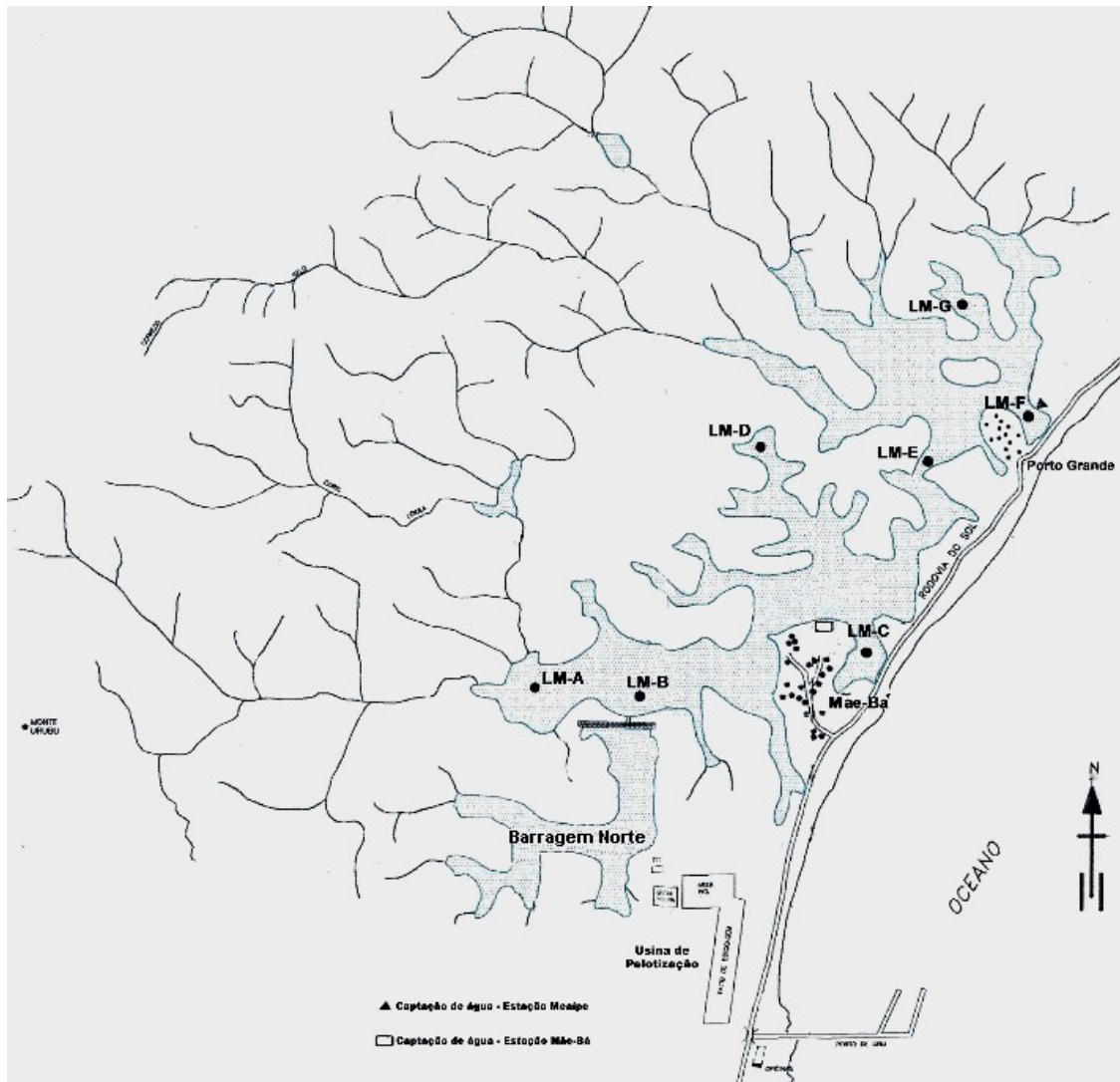


Figura 2: Localização dos pontos de monitoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentadas tabelas contendo os resultados das análises laboratoriais das amostras coletadas nos sete pontos da lagoa Mãe-Bá, nas quatro campanhas de monitoramento.

Tabela 1: Amostragem na lagoa - 1ª a 4ª campanhas - pontos LM-A a LM-G.

Local	S-Susp.			S-Diss			DQO f.			DQO b.			DBO			Cl-a			Transp.		
	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.
LM-A	4	9	12	631	665	733	28,4	53,7	113,3	51,2	79,4	155,0	1,60	2,11	2,85	< 0,01	1,90	3,98	0,07	0,80	1,00
LM-B	6	10	13	636	677	744	26,0	46,8	85,0	48,4	60,3	85,0	1,50	2,25	3,05	< 0,01	1,46	2,51	0,70	0,87	1,10
LM-B(f)	7	8	10	641	652	672	27,6	32,3	38,4	57,6	61,0	67,2	1,70	2,35	2,80	< 0,01	1,14	2,14	-	-	-
LM-C	9	11	13	681	709	766	30,4	55,1	115,0	51,2	78,7	151,6	1,65	2,36	3,05	0,89	1,62	2,18	0,70	0,77	0,80
LM-D	8	10	13	668	709	804	29,6	42,7	70,0	57,2	72,5	115,0	2,00	2,23	2,85	< 0,01	1,31	2,54	0,80	0,90	1,10
LM-D(f)	8	10	11	670	680	685	33,6	36,4	39,6	58,4	60,8	62,8	2,05	2,45	3,20	< 0,01	2,65	6,59	-	-	-
LM-E	6	9	11	691	725	789	30,8	47,1	71,6	56,4	110,9	265,0	1,85	2,14	2,70	< 0,01	1,45	2,41	0,70	0,77	0,90
LM-E(f)	10	12	14	695	702	707	32,8	39,4	46,8	58,4	60,5	63,6	2,30	2,63	3,10	1,69	2,07	2,45	-	-	-
LM-F	4	7	13	685	729	808	34,4	57,1	120,0	57,6	83,4	151,6	2,00	2,31	2,75	0,98	3,92	7,65	0,70	0,83	1,00
LM-G	5	10	13	643	701	815	32,0	47,8	80,0	53,6	63,7	86,6	2,25	2,46	2,90	0,69	1,51	2,71	0,70	0,83	1,00

Tabela 2: Amostragem na lagoa - 1ª a 4ª campanhas - pontos LM-A a LM-G.

Local	N-NH ₃			N-NO ₂			N-NO ₃			N-Org.			N-Total			P-PO ₄			P-Total		
	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.
LM-A	0,07	0,19	0,30	0,009	0,014	0,016	0,1	0,5	0,8	0,05	0,15	0,25	0,12	0,46	0,75	0,01	0,06	0,12	0,01	0,28	0,57
LM-B	0,13	0,20	0,24	0,006	0,012	0,016	0,4	1,0	1,3	0,11	0,16	0,20	0,34	0,58	0,68	0,01	0,06	0,14	0,01	0,15	0,45
LM-B(f)	0,17	0,21	0,25	0,013	0,014	0,016	0,8	0,8	0,8	0,14	0,17	0,21	0,51	0,58	0,66	0,01	0,04	0,09	0,01	0,18	0,52
LM-C	0,08	0,16	0,26	0,009	0,014	0,019	0,8	1,2	2,2	0,06	0,13	0,22	0,34	0,56	0,68	0,01	0,08	0,19	< 0,01	0,21	0,58
LM-D	0,13	0,21	0,32	0,006	0,010	0,016	0,4	0,8	1,3	0,11	0,18	0,27	0,34	0,59	0,79	0,01	0,06	0,12	0,01	0,17	0,46
LM-D(f)	0,19	0,22	0,24	0,009	0,015	0,019	0,8	0,8	0,8	0,16	0,18	0,20	0,55	0,60	0,64	0,01	0,05	0,12	0,01	0,20	0,54
LM-E	0,14	0,20	0,26	0,013	0,016	0,023	0,4	0,9	1,7	0,11	0,17	0,22	0,35	0,59	0,88	0,01	0,08	0,21	0,01	0,29	0,65
LM-E(f)	0,18	0,20	0,22	0,013	0,014	0,016	0,8	1,0	1,3	0,15	0,17	0,18	0,58	0,60	0,63	0,01	0,04	0,11	0,01	0,23	0,65
LM-F	0,05	0,16	0,25	0,013	0,015	0,019	0,4	0,9	1,7	0,04	0,13	0,21	0,19	0,51	0,86	0,01	0,09	0,22	0,02	0,22	0,50
LM-G	0,23	0,31	0,36	0,009	0,014	0,016	0,8	1,3	2,2	0,19	0,26	0,28	0,62	0,86	1,12	0,01	0,06	0,14	0,01	0,18	0,46

Tabela 3: Amostragem na lagoa - 1ª a 4ª campanhas - pontos LM-A a LM-G.

Local	Cor R.			Cor A.			Turb.			Cl ⁻			Col. F.			Col.T.		
	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.	Min.	Med	Max.
LM-A	< 1	4	14	33	44	61	6	9	12	231	245	271	< 2	61	129	1100	5350	13100
LM-B	< 1	5	16	32	45	60	7	9	12	231	248	272	4	54	87	1600	4275	10000
LM-B(f)	< 1	5	12	33	48	66	6	9	13	229	238	249	35	130	226	1700	8200	13200
LM-C	< 1	4	11	34	53	74	8	11	14	248	266	287	9	1463	4825	1600	9775	16900
LM-D	< 1	6	18	38	54	71	8	10	13	248	267	302	4	97	222	1200	4925	10600
LM-D(f)	< 1	7	19	41	56	78	9	11	15	249	257	269	9	135	246	3800	7800	11000
LM-E	< 1	5	16	40	54	65	8	10	13	261	278	307	< 2	79	208	1600	6975	14700
LM-E(f)	< 1	5	14	45	58	77	10	12	15	260	268	275	141	177	212	8400	11867	16800
LM-F	< 1	5	15	33	54	83	7	10	15	266	281	312	40	119	228	1600	11825	21600
LM-G	< 1	6	18	42	62	97	8	12	17	248	271	318	4	122	214	1600	8550	24100

As diferenças nas concentrações de Cor A. e Cor R. e DQO b. e DQO f. indicaram presença de matéria orgânica em suspensão. Foi observado predomínio do nitrogênio na forma de nitrato, devido às boas condições de oxigenação da lagoa. A lagoa não apresentou poluição orgânica, devido às baixas concentrações de nitrogênio amoniacal.

O nitrogênio foi o nutriente limitante nas duas primeiras campanhas e o fósforo foi o nutriente limitante nas duas últimas. Esta diferenciação provavelmente ocorreu devido a ação das chuvas observadas nas duas últimas campanhas.

Os resultados das classificações tróficas indicadas pelo Índice de Estado Trófico Modificado, desenvolvido por Toledo Jr. et al. (1984), determinaram condições mesotróficas em todos os locais da lagoa Mãe-Bá, exceto nos pontos LM-C e LM-F, que foram classificados como eutróficos. As influências advindas dos esgotos domésticos das comunidades vizinhas possivelmente contribuíram para caracterizar esses locais como eutróficos.

Segundo a metodologia de distribuição de probabilidade de estado trófico baseado em concentrações de fósforo total (SALAS; MARTINO, 1991), a lagoa Mãe-Bá apresentou características hipereutróficas nas 1.ª e 2.ª campanhas, e mesotróficas a oligotróficas nas 3.ª e 4.ª campanhas. O modelo de fósforo total aplicado não leva em consideração a resposta das macrófitas à entrada de nutrientes, produtores primários importantes na lagoa Mãe-Bá, que cobrem atualmente cerca de 30% da área de seu espelho d'água.

A evolução da formação do fitoplâncton na lagoa é um fator importante para a avaliação do processo de eutrofização. Os valores médios encontrados para esse parâmetro nos anos de 2000, 2001 e 2002 foram, respectivamente, 5.578 ind./ml, 8.571 ind./ml e 16.072 ind./ml em LM-B e 6.169 ind./ml, 10.548 ind./ml e 23.367 ind./ml em LM-E (LIMNOS, 2003). Dias Jr. e Barroso (1998) encontraram o valor médio de 55.431 ind./ml para o fitoplâncton na lagoa Jacuném, classificada como eutrófica.

Florações de algas constituídas tipicamente por cianobactérias tornam-se dominantes em lagos eutróficos. Essas espécies de algas podem formar espumas superficiais desagradáveis, podem causar mortandade de peixes e prejudicar a qualidade de água de abastecimento (SMITH, 2003). Além disso, as cianobactérias têm a característica de produzir toxinas, denominadas cianotoxinas, que podem ser neurotóxicas, hepatotóxicas ou irritantes ao contato. Nos resultados biológicos encontrados na lagoa Mãe-Bá, mostrados na Tabela 5, as algas cianofíceas representaram cerca de 90% do

total do fitoplâncton.

Tabela 4: Dados de fitoplâncton na lagoa Mãe-Bá - pontos LM-C e LM-F.

Data	Classe do Fitoplâncton	Concentração (células/ml) – Ponto LM-C	Concentração (células/ml) – Ponto LM-F
08/01/02	Cianobactérias	-	56.270
	Outros Grupos	-	3.710
	Total	-	59.980
24/01/02	Cianobactérias	-	43.364
	Outros Grupos	-	5.211
	Total	-	48.575
07/02/02	Cianobactérias	54.983	48.019
	Outros Grupos	7.843	5.216
	Total	62.826	53.235
30/05/02	Cianobactérias	-	49.129
	Outros Grupos	-	8.205
	Total	-	57.334
18/07/02	Cianobactérias	88.126	85.413
	Outros Grupos	9.363	8.350
	Total	97.489	93.763
08/08/02	Cianobactérias	73.580	69.372
	Outros Grupos	8.382	4.381
	Total	81.962	73.753
03/09/02	Cianobactérias	96.392	64.861
	Outros Grupos	9.614	7.691
	Total	106.006	72.552
24/10/02	Cianobactérias	110.258	69.573
	Outros Grupos	12.296	7.948
	Total	122.554	77.521
26/11/02	Cianobactérias	82.426	62.613
	Outros Grupos	11.032	3.805
	Total	93.458	66.418
17/12/02	Cianobactérias	84.289	67.809
	Outros Grupos	9.563	7.591
	Total	93.852	75.400

A seguir é apresentada figura mostrando os perfis de temperatura, pH, O.D., condutividade elétrica e salinidade monitorados nos sete pontos da lagoa, nas quatro campanhas.

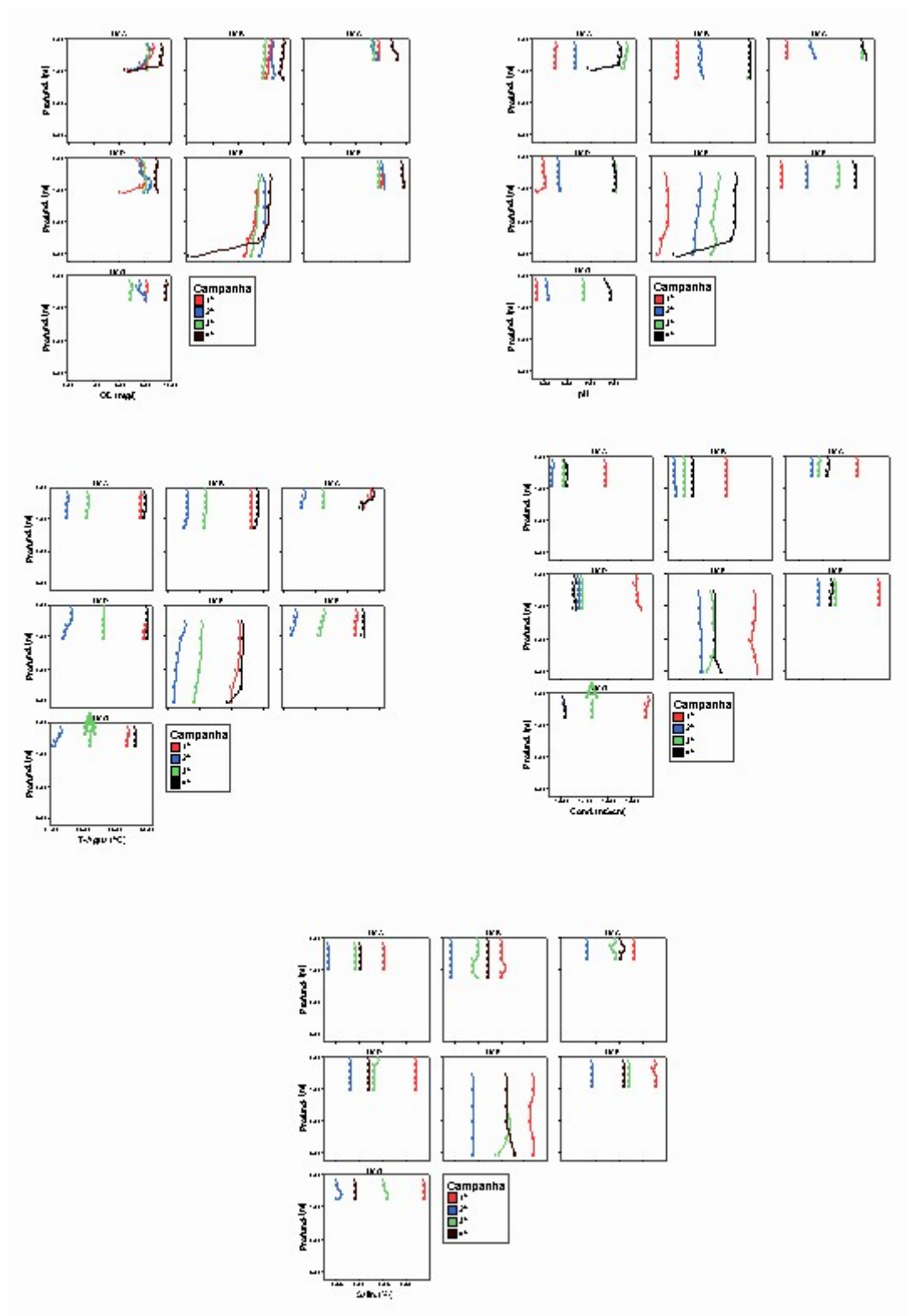


Figura 3: Variações de T-Água, pH, O.D., Cond. e Salin. em função da profundidade, de acordo com a campanha e o ponto de coleta na lagoa.

A figura abaixo mostra os perfis de temperatura, pH, O.D., condutividade elétrica e salinidade monitorados nos pontos LM-B e LM-E, nas terceira e quarta campanhas realizadas, por um período de 24 horas.

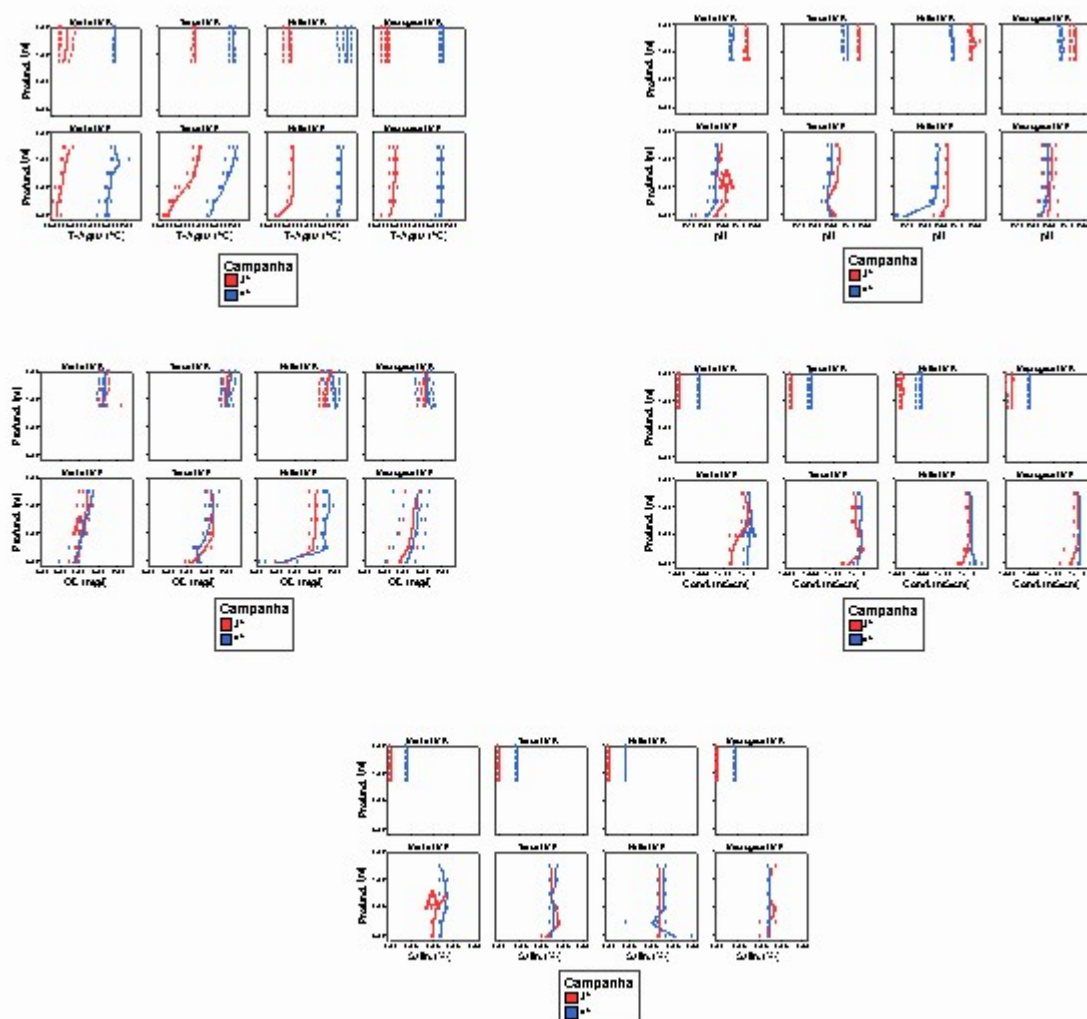


Figura 4: Variações de T-Água, pH, O.D., Cond. e Salin. em função da profundidade, de acordo com a campanha, ponto de coleta na lagoa e horário.

A análise qualitativa dos resultados de monitoramento na lagoa Mãe-Bá indicou alguns parâmetros em desacordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N.º 20 de 18 de junho de 1986, para águas classe 2 (cor aparente, pH, sólidos dissolvidos, fósforo total e cloretos) e classe 7 (pH).

Os resultados das perfilagens indicaram que a lagoa Mãe-Bá não apresentou estratificação térmica e mostrou perfil de oxigênio dissolvido do tipo ortogrado, principalmente devido às baixas profundidades e ação dos ventos. Comportamento semelhante foi observado nas lagoas costeiras Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus estudadas por Petrucio (1998) e nas lagoas Cacimba, Bonita, Piaba, Piabinha, Parda, do Machado e Zacarias, estudadas por Bozelli et al. (1992). Foram observadas concentrações de O.D. acima da saturação no epilânio e ao longo da coluna d'água, e concentrações mais baixas no fundo de pontos mais profundos, como o LM-A e LM-E. Essas características são indicativas de ocorrência de processo de eutrofização na lagoa Mãe-Bá.

A lagoa Mãe-Bá apresentou águas ligeiramente salobras, com valores de salinidade próximos ao limite máximo de classificação de águas doces, e valores de condutividade menores que lagoas costeiras fortemente influenciadas pelo mar, como as estudadas por Bozelli et al. (1992), Dias Jr. e Barroso (1998) e Petrucio (1998).

A influência diferenciada do mar em relação aos locais de coleta na lagoa foi observada nos resultados da variável cloretos, que apresentaram pontos homogêneos situados mais distantes do mar. Essa influência foi também verificada nas comparações dos resultados obtidos através da perfilagem, que indicaram que as variáveis O.D., pH, Cond. e Salin. apresentaram diferenças significativas com relação ao local de coleta na lagoa ($p < 0,05$). Somente para as medições de O.D. e T-Água foram observadas diferenças significativas com relação ao horário de coleta ($p < 0,05$), evidenciando os efeitos de respiração e fotossíntese e as mudanças de temperatura ao longo de 24 horas.

Conclusões

A lagoa Mãe-Bá não mostrou estratificação térmica e apresentou perfil de oxigênio do tipo ortogrado. A lagoa possui baixa salinidade e valores de condutividade menores que lagoas fortemente influenciadas pelo mar.

Supersaturação de oxigênio dissolvido, altos valores de pH e fósforo total, elevadas diferenças entre os parâmetros cor aparente e real, DQO bruta e filtrada e altas densidades de fitoplâncton, constituídas tipicamente por cianobactérias, indicam a existência de processo de eutrofização na lagoa Mãe-Bá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aquaconsult. **Estudo de caracterização do potencial hídrico e da qualidade da água da lagoa Maimbá**, 1984.
2. APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20^a ed. Washington: DC, 1998.
3. Bozelli, R. L. et al. Padrões de funcionamento das lagoas do baixo Rio Doce: variáveis abióticas e clorofila a (Espírito Santo - Brasil). **Acta Limnol. Brasil.**, v. 4, p. 13-31, 1992.
4. Dias Jr., C; Barroso, G. F. Limnological studies of coastal lagoons in the south of Espírito Santo State (Brazil). **Verh. Internat. Verein. Limnol.** v. 26, p. 1433-1437, 1998.
5. ESTEVES, F. A. Considerações sobre a aplicação da tipologia de lagos temperados a lagos tropicais. **Acta Limnol. Brasil.** v. 2, p. 3-28, 1988.
6. Limnos. **Estudo limnológico da Lagoa de Maembá**. Relatório Anual 2002. Licença de Operação GAI/Nº 014/02 da Samarco Mineração S/A. Condicionante 28, 2003.
7. PETRUCIO, M. M. Caracterização das lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da temperatura, salinidade, condutividade, alcalinidade, O₂ dissolvido, pH, transparência e material em suspensão. In: ESTEVES, F. A. **Ecologia das lagoas costeiras do Parque da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé**. Rio de Janeiro, 1998. p. 110-122.
8. SALAS, H; MARTINO, P. A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes. **Water Research**, v. 25, n. 3, p. 341-350, 1991.
9. SMITH, V.H. Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems - a global problem. **Environ. Sci. & Pollut. Res.**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2003.
10. TOLEDO JR., A. P. et al. Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: Congresso Interamericano de Ing^a. Sanitária y Ambiental, 19., 1984, Santiago. **Anais...**, Santiago: AIDIS Santiago, 1984, v. 57, 1984.
11. Vollenweider, R. A. Eutrophication - A global problem. **Water Quality Bulletin**, v. 6, p. 59-62, 1981.
12. VON SPERLING, E. Avaliação do estado trófico de lagos e reservatórios tropicais. **Bio Engenharia Sanitária e Ambiental**. Encarte Técnico, ano III, p. 68-76, 1994.
13. _____. The process of biomass formation as the key point in the restoration of tropical eutrophic lakes. **Hydrobiologia**. Belgium, v. 342/343, p. 351-354, 1997.