

IV-267 - RECUPERAÇÃO DE LAGOS ATRAVÉS DA REMOÇÃO DOS SEDIMENTOS – ESTUDO DE CASO: LAGO DO PARQUE DA ACLIMAÇÃO – SÃO PAULO/SP

Paula Rosolino⁽¹⁾

Engenheira Química pela Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie. Pós-graduada em Engenharia de Controle da Poluição Ambiental pela Fac. de Saúde Pública/USP e mestranda em Saúde Ambiental pela Fac. Saúde Pública/USP. Trabalhou com projetos industriais na Serstep Engenharia e na Sabesp atuou nas áreas de controle sanitário, produção de água, tratamento de esgotos e no recebimento de efluentes não domésticos. Atualmente trabalha na confecção de pacotes técnicos para licitação e fiscalização de contratos.

Eneida Salati⁽²⁾

Engenheira Civil pela Escola de Eng. de Piracicaba. Mestre em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura/USP. Doutora em Engenharia Ambiental pela Escola de Eng. de São Carlos/USP. Possui mais de 20 anos de experiência no desenvolvimento de pesquisas e projetos nas áreas de Gerenciamento de Recursos Hídricos; Mudanças Climáticas; Manejo e Ecologia de Macrófitas e Sistemas de Wetlands. Foi coordenadora técnica de vários projetos para clientes como Sabesp, CESP, Petrobras, Andrade Canellas, Jakko Poyry.

Endereço⁽¹⁾: Rua Afonso de Freitas, 504 - Paraíso – São Paulo - SP - CEP: 04006-052 - Brasil - Tel: (11) 8868-5639 - e-mail: prosolino@sabesp.com.br

RESUMO

A contratação de serviços de remoção e deságue de lodo e sedimentos é bastante freqüente no ramo de saneamento, porém a necessidade remoção destes num ecossistema aquático, comprovada pela avaliação de seu estado trófico, pode gerar grandes distúrbios e com eles provocar mortandade na comunidade aquática.

Para garantir a manutenção das condições adequadas para o corpo d'água e para a fauna aquática, é necessária uma cuidadosa avaliação prévia das condições do lago e de seus espécimes, exigência de restrições técnicas e de parâmetros de eficiência na contratação desses serviços e um acompanhamento dos parâmetros limnológicos durante a realização da intervenção.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimentos, Aclimação, Remoção, Deságüe, Desassoreamento.

INTRODUÇÃO

O sedimento presente num lago pode ser considerado como o resultado da integração de todos os processos biológicos, físicos e ou químicos que ocorrem no ecossistema hídrico e influencia no metabolismo de todo o sistema. O sedimento tem a capacidade de acumular compostos, o que faz dele um dos mais importantes compartimentos para avaliação da contaminação desse tipo de ecossistema.

Esses processos, denominados biogeoquímicos compreendem reações químicas diversas: redox, ácido-base, precipitação/dissolução, adsorção/desorção, complexação/descomplexação e de troca iônica que ocorrem simultaneamente. Portanto os compostos químicos podem ser retidos ou liberados nos meios sólidos, líquidos ou gasosos. (MOZETO, 1999).

Os recursos hídricos sofrem acelerado processo de degradação nas áreas urbanizadas: pelo desmatamento, pela canalização dos cursos d'água, pelas dragagens e pela construção de represamentos que alteram sua hidrologia, além do descarte de esgotos que contribui para o aumento da matéria orgânica.

A degradação da matéria orgânica pode ocorrer pela via aeróbia ou anaeróbia. As bactérias aeróbias utilizam o oxigênio presente no meio para oxidar a matéria orgânica.

Em condições anaeróbias a ação das bactérias produz substâncias reduzidas e potencialmente tóxicas, como é o caso do ácido sulfídrico, o qual mesmo em baixas concentrações contribui para a deterioração da qualidade da água, podendo causar grande mortandade de peixes.

O processo de adsorção e liberação do fósforo na interface do sedimento/água é regulado por mecanismos associados com o equilíbrio minerais-água, troca de íons, interações do potencial redox, que depende da quantidade de oxigênio, e as atividades das bactérias, fungos, plâncton e invertebrados.

Sob condições aeróbias, os equilíbrios de intercâmbio são principalmente unidirecionais, em direção ao sedimento que apresenta uma camada de oxidação de alguns milímetros sobre uma camada sem oxigênio. A camada oxidada funciona como uma barreira que impede a liberação do fosfato para a coluna d'água.

Sob condições anaeróbias o mecanismo inorgânico de intercâmbio da interface está fortemente influenciado pelos valores do potencial redox e a liberação do fósforo para a água ocorre de forma considerável. Essa taxa de liberação aumenta caso os sedimentos sejam perturbados por turbulência.

Num lago estratificado termicamente a camada de oxidação se torna menos espessa, podendo até desaparecer e permitindo que a camada anaeróbia libere fosfato para a coluna d'água (WELCH, 1988).

Nos lagos tropicais, com baixa profundidade que permite uma ação mais eficaz dos ventos, há homogeneização da coluna d'água e melhor oxigenação do meio, mas também favorece a ressuspensão das camadas superficiais dos sedimentos.

Também ocorre ressuspensão dos sedimentos causada pela ação de organismos bentônicos como peixes de fundo, chamada de bioturbação e ações antrópicas como a dragagem de sedimentos, promovendo as mesmas modificações que tem efeito direto na biodisponibilização de nutrientes e contaminantes, especialmente metais pesados, que são remobilizados por solubilização devido às reações de oxidação que reduzem o pH das águas da interface. Esses contaminantes podem promover a bioacumulação desse compostos nos organismos aquáticos.

O cenário acima leva à deterioração da qualidade da água e da qualidade da vida dos organismos aquáticos. Se além das modificações acima, que podem ser naturais ou provocadas pela ação antrópica somam-se descargas de efluentes domésticos ou não, haverá um aumento da matéria orgânica e conseqüente aumento da concentração de nutrientes, levando o lago a um estado de eutrofização.

A recuperação de um ecossistema lacustre passa inevitavelmente pela eliminação das fontes de nutrientes externas, ou seja, do descarte de efluentes e da redução da poluição difusa. Porém um ambiente lântico já eutrofizado não tem a capacidade de retornar sozinho à sua estabilidade ecológica original, o mecanismo de "fertilização interna" é muito eficiente, garantindo a reciclagem constante dos nutrientes e mantendo a condição eutrófica. Para auxiliar nessa recuperação podem ser utilizados métodos físicos, químicos, biológicos ou combinações destes.

O Parque da Aclimação, no qual está inserido o lago, foi adquirido pela Prefeitura do Município de São Paulo em 1939. O lago possui uma área de 30.490 m² é resultante do represamento das águas do Córrego Pedra Azul e de pequenas nascentes da bacia de drenagem. A água do Córrego Pedra Azul é previamente tratada na Estação de Flotação e Remoção de Flutuantes desde 1998.

Após a ruptura do vertedouro do lago em fevereiro de 2009, uma parte do material sedimentado foi drenada. As aves aquáticas foram examinadas e integradas à fauna do Parque do Ibirapuera, porém aves migratórias retornaram ao parque. A vida aquática remanescente, nos trechos que permaneceram com água, repovoou o lago.

As águas do lago são monitoradas mensalmente, pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMMA desde maio de 2008, por meio de análises laboratoriais. Estas análises abrangem amostras de água e sedimento do lago. A SABESP também monitora a qualidade da água do efluente e afluente da EFRM da Aclimação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para definição da metodologia a ser adotada para a melhoria das condições ambientais do lago do parque da Aclimação foram avaliadas as condições do corpo d'água e dos sedimentos.

Caracterização do corpo d'água, do sedimento e levantamento batimétrico

A Figura 1 apresenta a evolução dos teores de OD nos pontos monitorados pela SVMA.

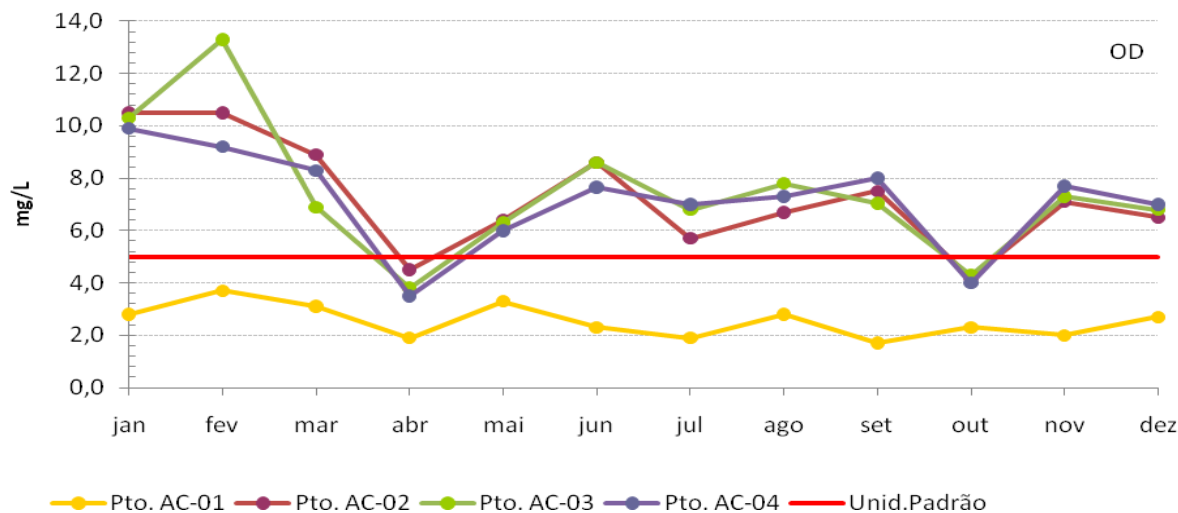


Figura 1: Evolução dos teores de OD (oxigênio dissolvido).

O sedimento remanescente também foi caracterizado segundo a Norma ABNT NBR 10.004:2004 de acordo com o relatório Caracterização e Classificação do Sedimento do Parque da Aclimação (SABESP, 2009) o resíduo analisado do lago da Aclimação apresenta as seguintes características:

- cor: cinza escuro, marrom;
- aspecto: arenoso, pastoso;
- umidade: 36,725;
- pH (Solução a 50%): 6,34;
- parâmetros inorgânicos analisados no extrato do lixiviado: abaixo dos limites, conforme especificados pela norma ABNT NBR 10004:2004;
- parâmetros inorgânicos analisados no extrato do solubilizado: acima dos limites para chumbo, ferro e manganês conforme especificados pela norma ABNT NBR 10004:2004;
- Presença de cádmio, chumbo, cobre, cromo total, cromo hexavalente, fenóis, mercúrio, vanádio, zinco e níquel na massa bruta.

O resíduo é Classe II, não perigoso e não inerte.

Os resultados do levantamento batimétrico (SABESP, 2009) são apresentados nas Figura 2 e 3 e os resultados da caracterização granulométrica na Tabela 1.

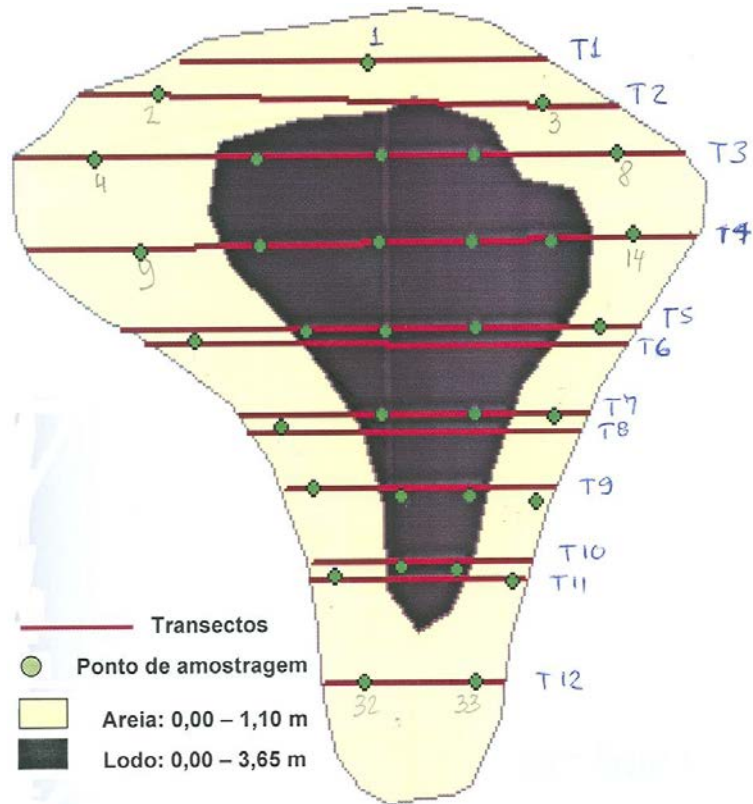


Figura 2: Transectos.

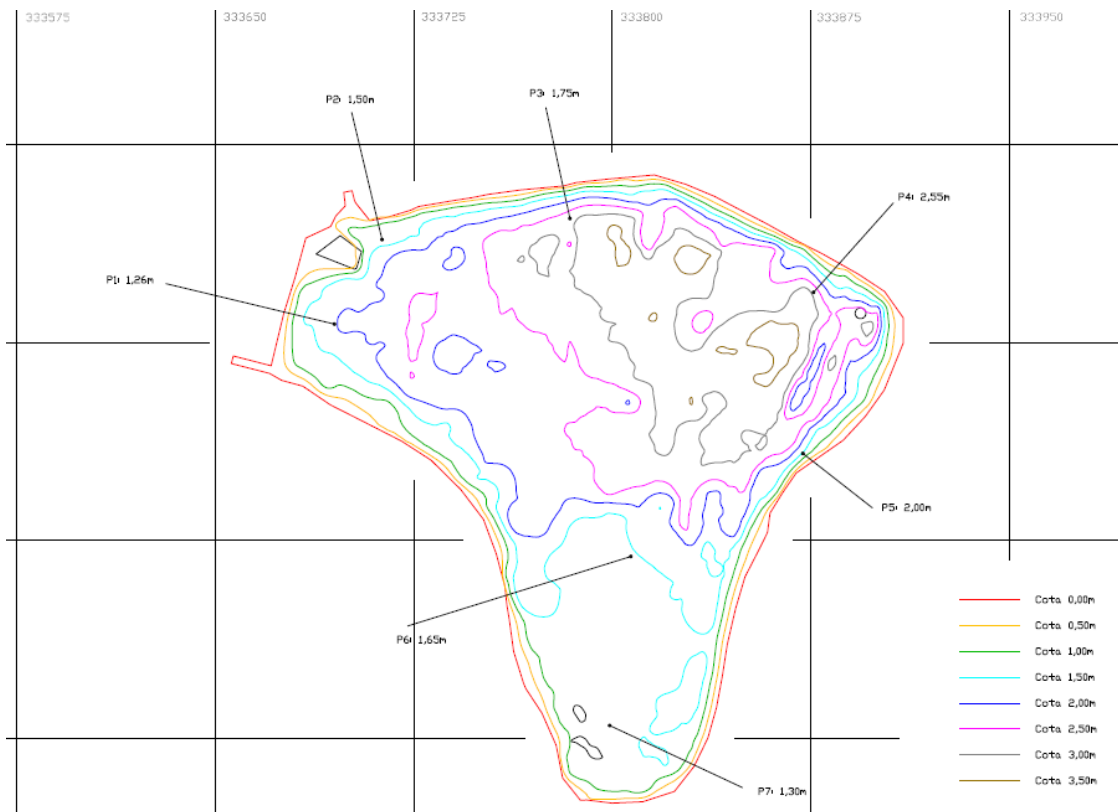


Figura 3: Levantamento Batimétrico – Isolinhas.

Tabela 1: Caracterização Granulométrica

Peneiras	Material retido nas peneiras (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P 01 (50mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 02 (9mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 03 (1mm)	12,39	5,40	2,16	20,55	6,22	20,74	7,98	3,26	36,19	9,81	3,00	11,12
P 04 (500µm)	11,69	18,48	1,94	15,35	18,08	32,27	20,62	6,09	28,86	17,21	27,87	14,60
P 05 (250µm)	26,72	30,64	8,62	35,67	30,35	32,66	51,92	16,05	23,96	45,53	27,07	30,83
P 06 (125µm)	23,48	22,37	50,50	15,89	22,59	8,46	13,09	39,97	6,28	13,09	14,69	23,20
P 07(63µm)	18,72	15,40	30,61	9,06	16,59	4,33	4,74	29,32	3,70	10,47	17,92	15,15
P 08 (38µm)	7,00	7,71	6,17	3,48	6,17	1,54	1,65	5,31	1,01	3,89	9,45	5,10
Sólidos Totais (g/Kg)	619,4	624,5	370,8	678,5	619,2	810,2	728,3	479,0	690,8	676,4	347,9	722,7
Sólidos Totais %P	61,9	62,5	37,1	67,9	61,9	81,0	72,8	47,9	69,1	67,6	34,8	72,3
Pontos	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P 01 (50mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 02 (9mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 03 (1mm)	1,28	19,51	2,95	1,22	1,37	21,17	13,62	1,20	5,32	3,43	2,12	4,89
P 04 (500µm)	4,50	24,26	5,15	5,35	7,90	22,89	15,56	8,22	7,88	12,07	12,64	17,43
P 05 (250µm)	39,56	25,70	31,3	28,21	31,05	26,86	37,04	29,33	23,13	27,65	24,13	25,76
P 06 (125µm)	19,19	13,91	20,32	28,49	21,86	13,68	21,06	26,40	25,43	18,58	24,52	23,41
P 07(63µm)	28,91	12,76	26,17	32,47	32,84	12,29	9,97	20,52	28,20	29,42	24,06	26,13
P 08 (38µm)	6,56	3,86	14,11	4,26	4,98	3,11	2,75	14,33	10,04	8,85	12,53	2,38
Sólidos Totais (g/Kg)	190,8	179,4	214,2	165,7	309,7	594,9	797,6	240,7	193,9	293,8	259,0	413,2
Sólidos Totais %P	19,1	17,9	21,4	16,6	31,0	59,5	79,8	24,1	19,4	29,4	25,9	41,3
Pontos	25	26	27	28	29	30	31	32	33	Média Simples		
P 01 (50mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
P 02 (9mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
P 03 (1mm)	0,45	4,26	5,95	1,28	3,5	6,35	0,68	4,45	19,43	11,57		
P 04 (500µm)	4,08	15,27	5,11	2,56	12,94	19,18	2,25	5,35	20,46	17,76		
P 05 (250µm)	20,89	26,83	14,49	21,9	42,88	46,79	23	11,15	37,52	30,00		
P 06 (125µm)	30,38	25,42	22,91	38,38	28,19	16,62	38,85	33,41	16,61	21,13		
P 07(63µm)	29,33	20,18	41,27	22,92	10,9	7,44	24,23	30,53	5,39	14,67		
P 08 (38µm)	14,87	8,04	10,27	12,96	1,59	3,62	10,99	15,11	0,59	4,87		
Sólidos Totais (g/Kg)	320,5	311,9	530,5	262,1	509,4	739,1	282,9	317,7	805,7	614		
Sólidos Totais %P	32,0	31,2	53,1	26,2	50,9	73,9	28,3	31,8	80,6	61,4		

Avaliação das condições do lago

A avaliação dos resultados das análises da água evidencia que o acidente com o vertedouro gerou alguns distúrbios no corpo d'água que puderam ser observados claramente através da comparação das análises realizadas antes e nos meses seguintes ao rompimento, em especial as concentrações de oxigênio dissolvido. Por esse motivo optou-se por exigir regime laminar de sucção dos sedimentos esperando que houvesse a mínima perturbação possível no lago e com isso evitar a queda dos teores de oxigênio dissolvido.

Outro fator importante é a caracterização do lodo como Classe II o que permite sua disposição em aterros sanitários no caso da utilização de processos físicos de remoção. Processos químicos, biológicos ou combinações que podem liberar os compostos presentes na massa bruta que não são liberados por lixiviação ou solubilização, demandando uma maior disponibilidade de tempo e maior investimento em análises e testes de tratabilidade. Assim a opção por métodos exclusivamente físicos foi se fundamentando.

A análise das isolinhas e transectos indicou que os sedimentos eram prioritariamente areia em todo o entorno próximo às margens e que o lodo contendo o material orgânico encontrava-se a partir desse ponto, conforme mostra a figura 2. Portanto, isso indica que a remoção de lodo deve ser feita a partir de equipamento montado em balsa. As isolinhas indicam que o lago é raso, com profundidade até 3,5 metros, seguindo portanto as características dos lagos tropicais.

Outro fator importante é a concentração de sólidos do sedimento e sua granulometria. Verifica-se ao analisar a tabela 1 que o lodo se encontra bastante compactado, em concentrações de até 80% de sólidos em peso, com média simples de 61 % P nos 33 pontos amostrados. Também verifica-se que 70 % do material tem granulometria de areia fina, silte e argila, de acordo com a Escala de Wentworth.

O resultado da batimetria indicou uma quantidade de 38.000 m³ de lodo.

Métodos de Remoção Aplicáveis

Para a escolha da melhor metodologia para recuperação ambiental do lago do Parque da Aclimação foi feita a avaliação das diferentes tecnologias, que levou em consideração todos os levantamentos e as análises já realizados, conforme exposto neste trabalho. A quantidade de lodo a ser removida foi limitada à verba disponível para os serviços. Diante dessa limitação a avaliação ficou restrita aos métodos físicos.

A remoção dos sedimentos é um método físico que parte do princípio de que o sedimento é o principal reservatório de nutrientes do ecossistema. A liberação de fosfato e outros compostos a partir do sedimento é um fenômeno que ocorre mais eficazmente em lagos hipereutróficos, devido às condições redutoras favoráveis à sua solubilização. Assim a retirada do sedimento é um mecanismo eficiente para reduzir a "fertilização interna" (ESTEVES, 1988).

A técnica de remoção mais comumente utilizada é a dragagem. Destacamos a utilização de pás escavadeiras, sistema de desmonte e bombeamento simultâneos e a coleta dos sedimentos.

Apesar de eficiente e inicialmente de custo reduzido, a utilização de pás escavadeiras exige a drenagem praticamente total do lago, o desvio do curso d'água e geralmente uma remoção de material muitas vezes maior do que a necessária. Pela agressividade da intervenção, há a necessidade de remoção da comunidade de peixes e promove eliminação total do sedimento. No caso deste lago, de acordo com a distribuição do lodo, optou-se por um sistema montado em balsa flutuante, podendo-se afastar da área contendo areia e concentrar a remoção na área do lodo.

O desmonte hidráulico e o bombeamento dos sedimentos também provoca distúrbios no ecossistema aquático em virtude do turbilhonamento causado pelo processo e conseqüente ressuspensão dos sedimentos com possível (SALATI, 2010):

- alteração de cor e aumento dos sólidos em suspensão;
- modificações nos teores de matéria orgânica;
- contaminação da água com metais pesados, permitindo a formação de organometálicos;
- mortalidade de peixes em função da presença de substâncias tóxicas;
- alteração da qualidade bacteriológica da água resultante da ressuspensão de populações de bactérias presentes nas camadas dos sedimentos.

Para que este método seja utilizado é prudente efetuar o manejo dos espécimes aquáticos. Isso exige um estudo metucioso da ictiofauna, verificação de sua densidade bem como as condições do lago de destino em receber essa população.

Um método também físico, porém não agressivo é a coleta do sedimento. Ela ocorre em regime laminar de sucção que evita o turbilhonamento da coluna d'água e a ressuspensão dos sedimentos, o que deve em tese, minimizar os impactos no meio hídrico.

Além desses cuidados a metodologia escolhida deve contemplar um sistema de deságüe, utilizando ou não polímeros para o deságüe, para que o sedimento seja transportado e disposto com o mínimo teor possível de água. Transportar água onera o processo e deve ser evitado sempre que tecnologicamente possível.

Pode-se exigir o uso da melhor tecnologia sem que seja necessária a restrição da oferta das diversas tecnologias disponíveis no mercado. Neste caso, a metodologia de remoção e deságüe foram deixadas em aberto, apenas respeitando as restrições impostas pelo local dos serviços, um parque público.

O teor mínimo de sólidos no lodo retirado e desaguado foi determinado pela Estação de Tratamento de Esgotos do ABC, que recebe o lodo desaguado.

Também foi limitada a quantidade de sólidos na água que retorna ao lago, o que exige um processo de alta eficiência. Porém o fator mais importante introduzido foi a forma de pagamento dos serviços, que é feita apenas sobre a quantidade de material seco, não havendo pagamento pela quantidade de água transportada.

Para tanto, é utilizado um analisador de umidade.

No caso dessa licitação a tecnologia da empresa vencedora é o Coletor Gradual de Sedimento de Fundo (CGSF)[®]. Trata-se de um equipamento que aspira o material em regime laminar e efetua o deságüe dele.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período atual de operação do equipamento de remoção do lodo é de dois meses (Julho e agosto de 2010), o que para uma análise completa é bastante restrito. A quantidade total a ser removida é de 940 toneladas secas de lodo e até o fechamento destas análises foram removidas 240 toneladas secas.

O acompanhamento das condições do corpo d'água nesses meses compreende amostragens em perfis verticais - superfície, meio e fundo da coluna d'água - para análise da qualidade da água para os parâmetros temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade.

As análises de pH, condutividade e oxigênio dissolvido são realizadas no campo utilizando-se uma sonda multiparâmetros fabricada pela Hach. As medidas das amostras de superfície são feitas diretamente no lago e as amostras da coluna d'água (meio e fundo) são coletadas utilizando uma garrafa de *Van Dorn* e analisadas em seguida.

Para as análises de turbidez as amostras são acondicionadas em frascos e analisadas no laboratório da Estação de Flotação e Remoção de Flutuantes do Parque da Aclimação.

Tabela 2: Resultados do monitoramento efetuado durante os serviços.

DATA	PONTO	PROF (m)	pH	TEMP (oC)	OD (mg/L)	COND μ S/cm	TURB UNT	Obsrções
21-jul-10	Balsa	SUP	8,85	20,6	12,07	259	8,09	Equipamento nao operando
		1	8,41	19,5	10,20	256	-	
		2	6,85	19,1	0,86	256	-	
21-jul-10	Balsa	SUP	8,66	20,1	11,57	264	8,64	Equipamento operando
		1	8,30	19,6	10,62	266	-	
		2	7,09	18,7	1,40	259	-	
22-jul-10	Balsa	SUP	8,74	20,8	11,79	262	8,21	Equipamento nao operando
		1	8,47	20,0	10,72	262	-	
		2	7,13	19,4	2,62	260	-	
23-jul-10	Balsa	SUP	6,00	21,8	10,68	264	13,90	Equipamento operando - Multisonda quebrada
26-jul-10	Balsa	SUP	6,00	22,0	9,07	262	8,14	Equipamento nao operando
28-jul-10	Balsa	SUP	6,00	20,7	8,50	267	8,75	Equipamento operando pH- Medição com fita
		1	6,00	21,8	8,02	265	-	
		2	6,00	22,9	7,66	261	-	
30-jul-10	Balsa	SUP	6,00	22,1	11,15	267	7,48	Equipamento nao operando
		1	6,00	21,7	10,30	265	-	
		2	6,00	22,8	5,31	259	-	
3-ago-10	Balsa	SUP	6,00	19,3	9,27	273	10,10	Equipamento nao operando pH- Medição com fita
		0,5	6,00	19,2	9,22	273	-	
		1,5	6,00	18,5	9,28	274	-	
4-ago-10	Balsa	SUP	6,00	18,4	8,83	272	16,60	Equipamento nao operando pH- Medição com fita
		0,5	6,00	17,4	8,97	276	-	
		1,5	6,00	17,9	8,71	274	-	
5-ago-10	Balsa	SUP	6,00	18,3	8,92	278	13,90	Equipamento nao operando pH- Medição com fita
		0,5	6,00	18,0	8,81	275	-	
		1,5	6,00	17,5	8,46	273	-	
6-ago-10	Balsa	SUP	6,00	18,4	9,02	276	13,40	Equipamento operando pH- Medição com fita
		0,5	6,00	17,9	8,89	273	-	
		1,5	6,00	17,7	8,87	271	-	
9-ago-10	Balsa	SUP	8,45	18,4	10,05	265	9,56	Equipamento nao operando
		0,5	8,02	18,1	10,22	262	-	
		1,5	7,30	18,4	8,46	259	-	
11-ago-10	Balsa	SUP	8,12	18,3	9,60	261	13,80	Equipamento não operando
		0,5	8,01	17,6	9,54	261	-	
		1,5	7,39	18,1	8,98	260	-	
16-ago-10	Balsa	SUP	8,40	18,5	9,46	265	12,10	Equipamento nao operando
		0,5	8,31	17,6	9,44	164	-	
		1,5	8,02	17,1	9,05	265	-	
17-ago-10	Balsa	SUP	8,23	16,9	9,79	265	13,40	Equipamento não operando
		0,5	8,13	16,9	9,67	266	-	
		1,5	7,70	16,2	9,51	269	-	
18-ago-10	Balsa	SUP	9,24	17,9	10,29	265	12,30	Equipamento operando
		0,5	8,79	17,1	9,63	264	-	
		1,0	7,95	18,4	6,80	277	-	
19-ago-10	Balsa	SUP	9,61	18,8	10,22	268	11,80	Equipamento não operando
		0,5	9,14	18,3	10,18	265	-	
		1,5	8,15	19,0	8,95	264	-	
20-ago-10	Balsa	SUP	9,06	18,7	10,43	270	11,70	Equipamento não operando
		0,5	9,05	18,3	9,48	267	-	
		1,5	7,51	19,0	7,82	260	-	

Pela análise dos resultados obtidos até o momento, apresentados na tabela 2 e nas figuras 4 a 8, observa-se que o e o ambiente não sofre nenhuma alteração com a operação do equipamento de remoção do lodo, indicando desta forma que a metodologia adotada pode ser considerada como positiva.

Com relação à turbidez, os dados obtidos indicam que não houve alteração na qualidade da água do lago devido à operação do equipamento, o mesmo ocorrendo com os dados obtidos dos teores de OD, pH e condutividade, os quais apresentaram perfis praticamente constantes ou com pequenas variações ao longo da profundidade (figuras 4 a 8).

O maior gradiente das concentrações do oxigênio dissolvido ocorreu na semana de 21 a 23/07/10 apresentando valor médio neste período de 11,53 mg/l na superfície e de 1,63 mg/l no fundo. Estes dados indicam que neste período provavelmente ocorreu pouca mistura da massa de água, confirmado pelos resultados obtidos neste mesmo período para o perfil térmico, o qual foi característico de um ambiente aquático estratificado termicamente, isto é, apresentou uma distinção entre o epilimnio (camada superior), metalimnio (camada intermediária) e hipolimnio (camada inferior) (figura 8) (SALATI, 2010).

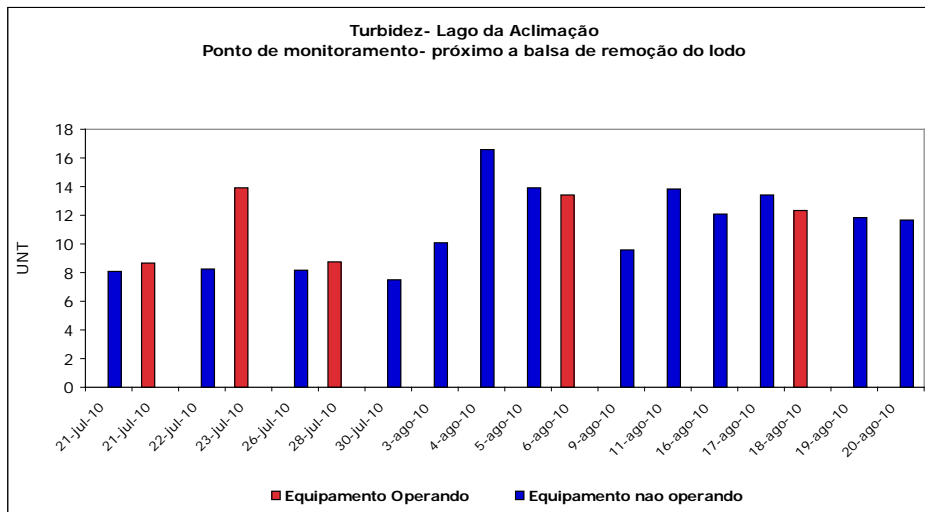


Figura 4: Turbidez.

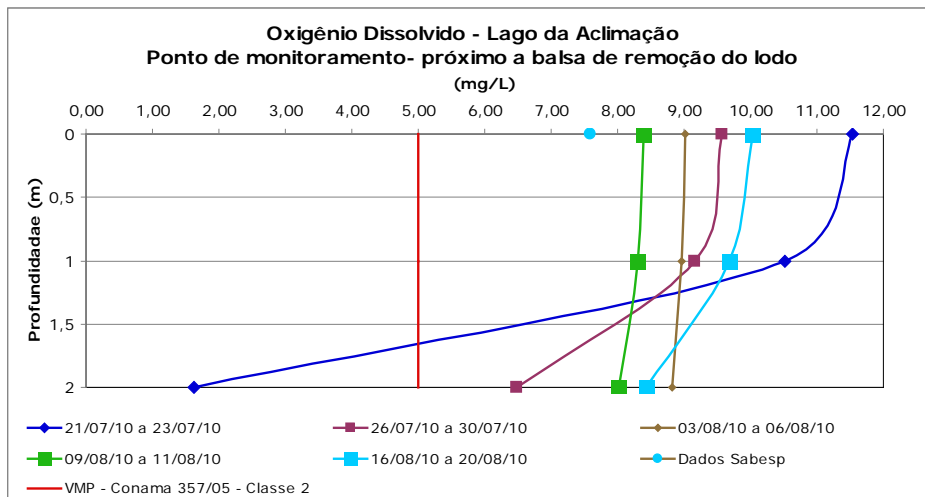


Figura 5: Oxigênio dissolvido.

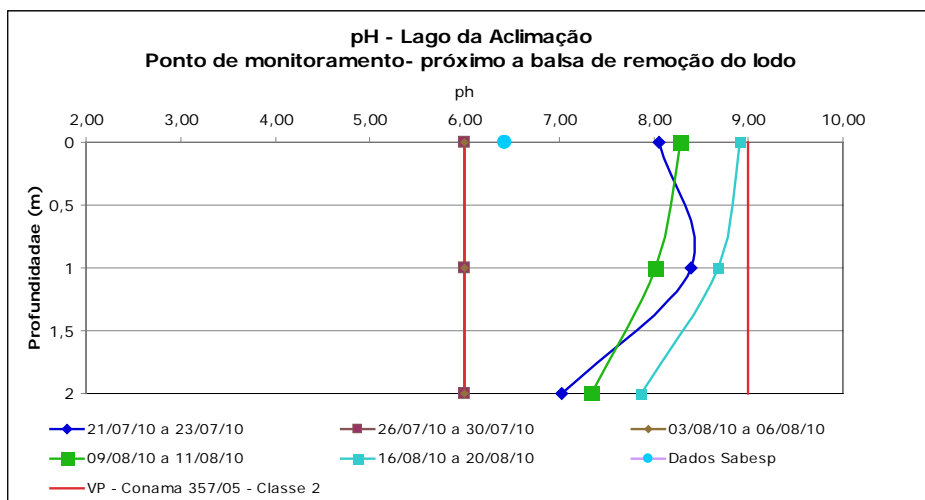


Figura 6: pH.

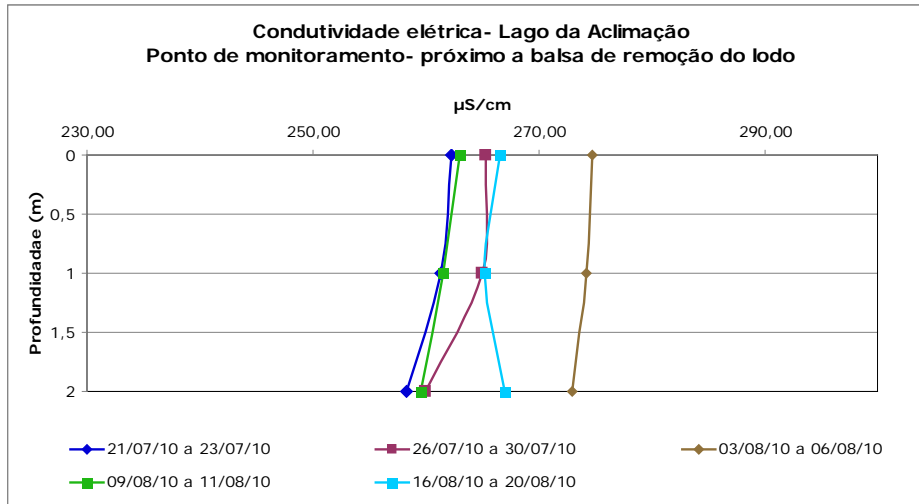


Figura 7: Condutividade elétrica.

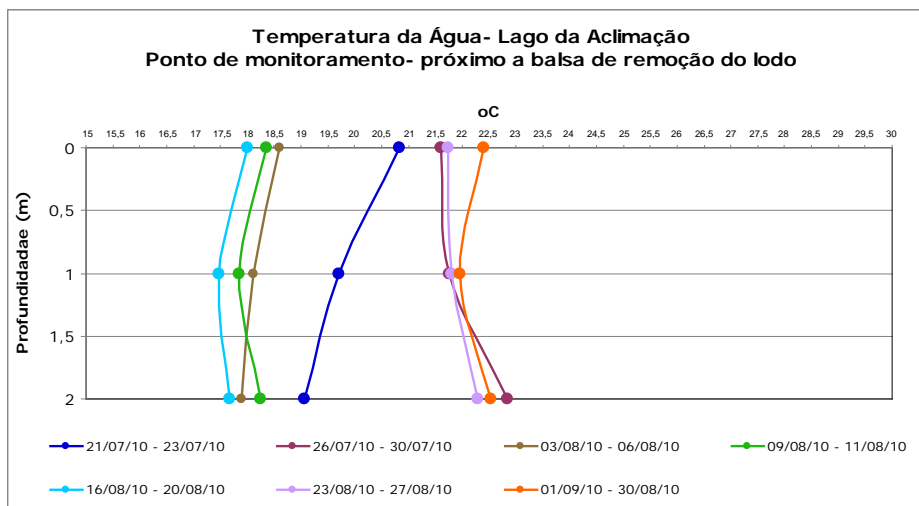


Figura 8: Temperatura.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos até o presente momento, é possível concluir que a remoção dos resíduos com o método do coletor gradual de sedimentos de fundo, não interfere de forma negativa na dinâmica do lago, o que é extremamente positivo do ponto de vista limnológico. Trata-se de um método seguro para o corpo d'água e para a fauna aquática, portanto pode ser adotado sem restrições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SABESP.(2009). Relatório de Caracterização e Classificação do Resíduo denominado “Caracterização do Sedimento –Parque da Aclimação” -BA.10401/2009-1.0. *Relatório Técnico. 11p.*
2. ESTEVES, F.A. (1988). Fundamentos da Limnologia. *Editora Interciência: FINEP. 575 p.*
3. MOZETO, A. A. (1999). Alagáveis e Qualidade de Água dos Mananciais. *Apostila Técnica.*
4. SALATI, E., INSERRA, L. A., MILANO, J. R. (2010). Plano de Trabalho - Serviços de Engenharia de Remoção, Desidratação e Transporte de Lodo do lago do Parque da Aclimação – Sabesp.
5. SALATI, E. (2010). Relatório de acompanhamento dos Serviços de Remoção de Lodo do Lago do Parque da Aclimação Esan 2010. Contrato 61.524/09 Sabesp.
6. WELCH, E.B. (1988). In-lake eutrophication control: Progress and limitations,En *Water pollution Control: in Asia, IAWPRC, p. 37-43.*