

## IV-052 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA (IBIÚNA – SP) UTILIZANDO A COMUNIDADE PERIFÍTICA COMO BIOINDICADOR

**Ricardo Hideo Taniwaki** <sup>(1)</sup>

Biólogo pela Universidade Paulista Campus Sorocaba. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP Campus Experimental de Sorocaba

**Maria do Carmo Calijuri** <sup>(2)</sup>

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Ecologia pela Universidade Federal de São Carlos. Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo USP/EESC São Carlos. Prof.<sup>a</sup> Titular da Universidade de São Paulo USP/EESC São Carlos

**Flávia Bottino** <sup>(3)</sup>

Bióloga pelo Centro Universitário de Araraquara. Especialização em Educação Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo USP /EESC São Carlos. Doutoranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo USP/EESC São Carlos.

**Viviane Moschini Carlos** <sup>(4)</sup>

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Ecologia pela Universidade Federal de São Carlos. Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. Prof.<sup>a</sup> Assistente/Doutora da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP Campus Experimental de Sorocaba

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Avenida Três de Março, nº 511, Bairro Alto da Boa Vista, Sorocaba, São Paulo. CEP 18087-180 Brasil. Tel.: (15) 3238-3400. e-mail: [rht.bio@gmail.com](mailto:rht.bio@gmail.com)

### RESUMO

O reservatório de Itupararanga, localizado na bacia do Alto-Tietê, abastece cerca de 800 mil pessoas, representando um importante manancial à região. Este reservatório possui diversos usos e com a crescente expansão industrial e residencial da região, está propenso a impactos decorrentes de atividades antrópicas. O perifíton representa grande importância à cadeia trófica dos ecossistemas aquáticos, podendo constituir em até 90% da produção primária total, servindo de alimento para diversos organismos. Este trabalho teve como objetivo utilizar a comunidade perifítica como bioindicadora da qualidade da água no reservatório de Itupararanga. Para isto, foram realizadas 5 coletas do perifíton aderido a macrófitas aquáticas e das variáveis físicas e químicas da água em quatro estações amostrais distribuídas ao longo do reservatório de Itupararanga. A biomassa da comunidade perifítica foi analisada através de seu peso seco e correlacionada com as variáveis físicas e químicas da água através de correlação linear e regressão múltipla. Os resultados indicaram correlação negativa do peso seco do perifíton com nitrogênio total e oxigênio dissolvido e a regressão múltipla evidenciou que a precipitação, temperatura da água, condutividade, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e fósforo total explicam 86% da variação do peso seco do perifíton. Este resultado indica que a biomassa perifítica responde às mudanças do meio, tornando-se uma ferramenta útil no biomonitoramento do grau de trofia e das interferências antrópicas nos reservatórios brasileiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** perifíton, reservatório, Itupararanga, bioindicador, nutrientes.

### INTRODUÇÃO

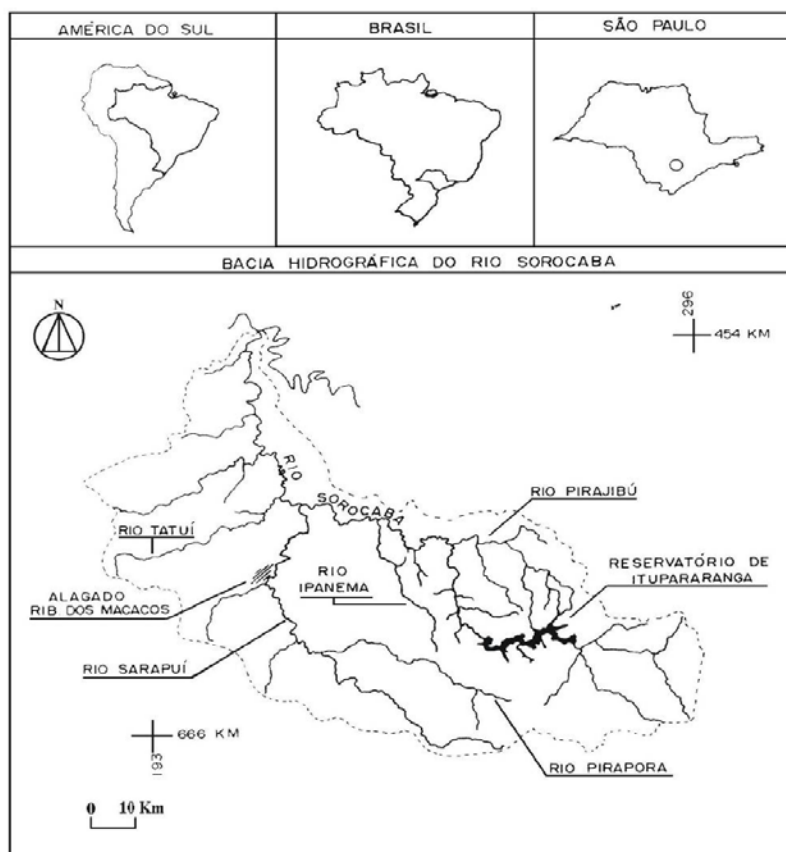
Represas artificiais são ecossistemas aquáticos de extrema importância estratégica, pois além da base teórica limnológica e ecológica que proporcionam, são utilizados para diversos fins que interferem na qualidade da água, nos mecanismos de funcionamento e na sucessão das comunidades aquáticas (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

O reservatório de Itupararanga, localizado na bacia hidrográfica do rio Sorocaba no Estado de São Paulo abastece cerca de 800.000 pessoas de várias cidades, entre elas Mairinque, Alumínio, Piedade, Votorantim e Sorocaba (QUEIROZ & IMAI, 2007) (Fig.1). Apresenta em sua margem direita uma considerável faixa de área natural, sendo uma região contínua importante de remanescente florestal. A ocupação desordenada do entorno

do reservatório, fez com que a mata ciliar da margem esquerda, fosse substituída por diversas culturas, pastagens, condomínios, chácaras e casas de veraneio, que contribuem para a entrada de nutrientes e substâncias tóxicas no reservatório (PEREIRA, 2008), alterando a qualidade da água e, consequentemente, na estrutura e dinâmica dos organismos presentes.

Dentre as diversas comunidades aquáticas, o perifíton tem despertado interesse nos estudos limnológicos, pois responde prontamente às mudanças do meio, funcionando como sensor refinado das variáveis ambientais, apresenta alta taxa de diversidade e possui ciclo de vida curto, podendo ser facilmente utilizado para desenvolver e testar modelos ecológicos (CETTO et al. 2004). A comunidade perifítica desempenha um reconhecido papel nos ciclos energéticos de ecossistemas aquáticos continentais, assumindo grande importância nas zonas litorâneas, consistindo na fonte principal ou dominante da síntese de matéria orgânica, além de servir como recurso energético para as cadeias tróficas superiores, na reciclagem de nutrientes e na transferência de nutrientes entre as zonas bentônicas e pelágicas. As algas perifíticas se constituem no principal componente dessa comunidade. Podem chegar a contribuir com cerca de 90 % da produção primária total, dependendo na área do substrato disponível, característica do substrato, condições físicas e químicas da água, da morfometria dos sistemas aquáticos, etc. (MOSCHINI-CARLOS, 1999). Rico em proteínas, vitaminas e minerais, o perifíton constitui em importante alimento para muitos organismos aquáticos, especialmente alguns peixes de importância econômica e insetos aquáticos, servindo como base alimentar para as cadeias tróficas.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar se há relação entre a biomassa da comunidade perifítica com as concentrações de nutrientes e fatores físicos e químicos do reservatório de Itupararanga.



**Figura 1: Localização do reservatório de Itupararanga (SMITH & PETRERE, 2000).**

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas amostragens na comunidade perifítica em 4 bancos de macrófitas aquáticas ao longo do reservatório de Itupararanga em fevereiro, abril, junho, setembro e novembro de 2010. As estações de coleta estudadas foram TRANS, BR1, BR3 e BR4 (Fig. 2).

As variáveis limnológicas da água obtidas *in situ* foram: pH, condutividade elétrica e temperatura (sonda YSI 63-50 FT), oxigênio dissolvido (sonda YSI 55-12 FT), na superfície da água do banco de macrófitas aquáticas. As variáveis climatológicas foram obtidas no website do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), da estação climatológica do município de Ibiúna.

O procedimento de coleta do perifíton nos bancos de macrófitas aquáticas ao longo do reservatório de Itupararanga apresenta-se descrito abaixo:

- coletaram-se em cada estação 3 quadros de macrófitas aquáticas de área 0,0156 m<sup>2</sup> com auxílio de tesoura de poda. A amostragem foi aleatória.
- as macrófitas aquáticas mais o perifíton foram colocados diretamente em frascos de polietileno contendo água destilada, em seguida guardada em sacolas térmicas e levada ao laboratório para o processamento,
- no laboratório o perifíton foi retirado das macrófitas através de raspagem com pincel e jatos de água destilada,
- o volume total do perifíton diluído em água destilada foi determinado com auxílio de proveta,
- foram retiradas alíquotas de volume variável e filtradas utilizando-se filtros GF/C (Whatman) com auxílio de aparato de filtração Millipore e bomba a vácuo, para a determinação de biomassa (peso seco). Os filtros para a determinação de peso seco foram previamente calcinados em mufla a 450°C.
- foi determinado o peso seco da macrófita aquática presente em cada quadro.

A biomassa perifítica foi expressa em peso seco (PS). O PS representa a massa perifítica total removida do substrato. Para a sua determinação, o material foi filtrado com filtros pré-calcinados e colocado em estufa à 100°C até adquirir peso constante.

Para análise de nutrientes totais e dissolvidos, foram coletadas amostras de água superficial próximo ao banco de macrófitas aquáticas. Utilizaram-se filtros de fibra de vidro GF/C (Whatman) para determinação dos nutrientes dissolvidos. Para a determinação dos nutrientes foram utilizados os seguintes métodos: nitrogênio total - APHA (2005); fósforo total – APHA (2005), ortofosfato – APHA (2005), nitrito – Mackereth et al. (1978) e nitrato – APHA (2005).

Para analisar as possíveis interações entre o perifíton e os nutrientes totais, dissolvidos (nitrogênio total, fósforo total, nitrito, nitrato, fosfato e ortofosfato) e os parâmetros físicos e químicos, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (*rp*) (TRIOLA, 2008), que indicará correlação positiva, negativa ou sem correlação entre os dados amostrados com ajuda do programa Statística 8.0.

Para analisar as interações entre as variáveis em conjunto, foi utilizada a análise de regressão múltipla, no modo de seleção por etapa (Stepwise regression) com ajuda do programa Statística 8.0.

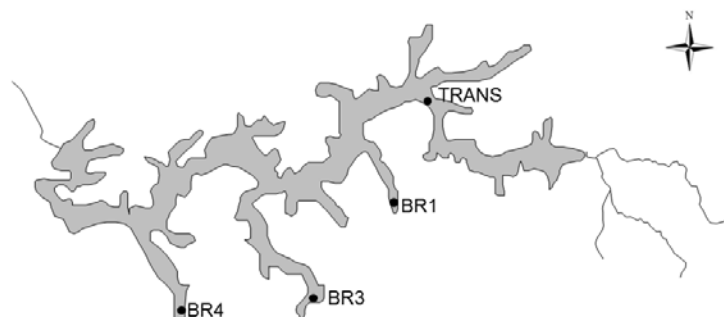


Figura 2: Localização das estações amostrais no reservatório de Itupararanga.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação mensal no reservatório de Itupararanga variou de 3,6 mm (agosto/2010) a 342,8 mm (janeiro/2010), ficando clara a divisão do período seco (maio – agosto/ 2010) e chuvoso (janeiro/2010 – abril/2010 e setembro – dezembro/ 2010) (Fig.3).

A temperatura da água variou de 14,3°C (junho) a 29,1°C (fevereiro) (Tab.1). O pH da água variou de 6,2 a 9,8, se mostrando ácido em algumas estações e básico em outras (Tab.1). A condutividade elétrica variou de 37  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo as estações TRANS e BR4 as que apresentam maiores valores (Tab.1). As concentrações de oxigênio dissolvido foram as que obtiveram maiores amplitudes, variando de 1,5 mg/L a 9,1 mg/L (Tab.1). A transparência da água (Disco de Secchi) variou de 0,2 m a 2,1 m e foi maior no período chuvoso durante os meses de fevereiro e abril (Tab.1).

As concentrações de fosfato total dissolvido variaram entre abaixo do limite de detecção do método utilizado a 92,1  $\mu\text{g}/\text{L}$ . O ortofosfato variou de 0,4  $\mu\text{g}/\text{L}$  a 13,7  $\mu\text{g}/\text{L}$ . O nitrato variou entre 0,3  $\mu\text{g}/\text{L}$  a 0,9  $\mu\text{g}/\text{L}$ . O nitrito variou entre abaixo do limite de detecção do método utilizado a 1,2  $\mu\text{g}/\text{L}$ . O fosfato total dissolvido, ortofosfato e nitrato apresentaram menores valores durante a estação seca (Tab.1).

Os resultados indicaram uma variação de biomassa perifítica entre as estações amostrais. As concentrações mínimas e máximas de biomassa de perifíton (PS) variaram de: TRANS (7,0  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$  a 34,3  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ), BR1 (0,7  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$  a 2,2  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ), BR3 (0,8  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$  a 18,9  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) e BR4 (1,8  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$  a 11,8  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (Fig. 4).

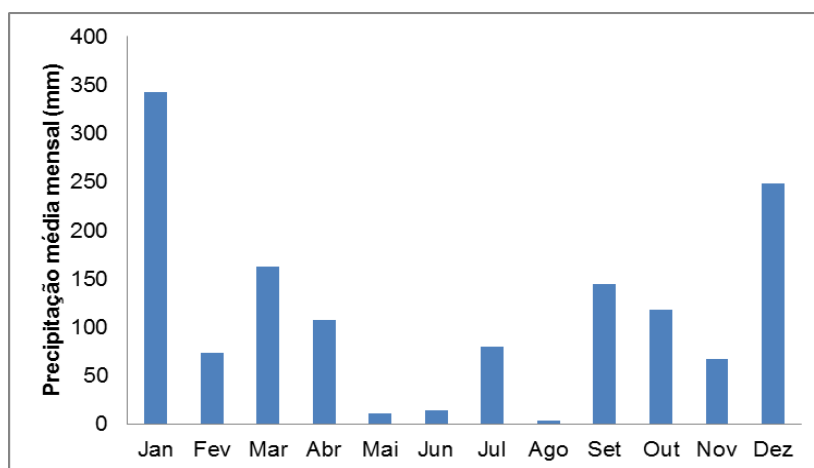
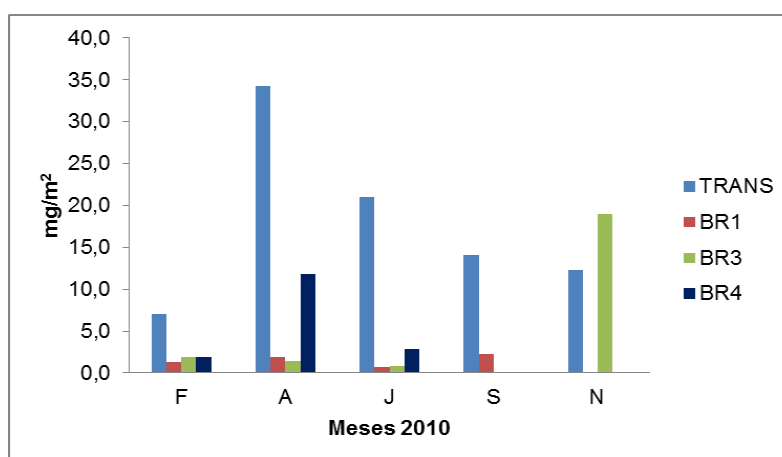


Figura 3: Precipitação média mensal para a região de Ibiúna (CIIAGRO) durante o ano de 2010.

**Tabela 1: Variáveis físicas e químicas obtidas durante o período de estudo (\*abaixo do limite de detecção do método utilizado)**

Estação amostral/mês	T (°C)	pH	COND (µS.cm)	Zds (mts)	OD (mg.L)	PT (µg.L)	PTD (µg.L)	P-Orto (µg.L)	NT (mg.L)	NO <sub>3</sub> - (µg.L)	NO <sub>2</sub> - (µg.L)
TRANS-02	27,7	8,2	64,0	1,5	8,4	126,1	31,3	7,2	0,162	0,640	0,040
BR1-02	28,8	8,2	50,0	1,7	7,4	26,2	19,2	3,8	0,426	0,520	0,040
BR3-02	29,1	9,8	52,0	1,6	7,9	29,4	15,0	2,2	0,476	0,510	0,010
BR4-02	29,0	7,7	70,0	1,4	6,8	25,1	15,1	3,0	0,367	0,460	0,040
TRANS-04	20,8	6,6	70,7	2	1,9	29,7	9,0	2,1	*	0,430	0,130
BR1-04	24,4	7,2	63,2	2	6,3	23,6	10,1	3,4	0,118	0,430	0,060
BR3-04	23,4	6,8	66,0	1,5	6,5	20,4	3,0	1,2	0,167	0,420	0,030
BR4-04	22,6	6,9	99,2	2,1	5,6	25,4	8,7	2,8	*	0,420	0,420
TRANS-06	14,3	6,5	67,6	1,1	4,2	55,7	16,1	4,0	0,143	0,470	0,490
BR1-06	18,0	6,9	62,7	1,7	6,1	32,6	20,7	1,3	0,140	0,310	0,220
BR3-06	19,1	7,3	64,3	1,1	8,5	113,6	12,4	0,9	0,232	0,340	0,160
BR4-06	16,8	7,1	78,4	1,1	7,1	20,5	8,0	7,0	0,094	0,570	1,030
TRANS-09	18,9	6,1	70,6	0,8	8,9	33,1	*	2,4	0,120	0,770	0,359
BR1-09	19,6	7,3	60,2	0,5	9,1	49,1	14,2	2,5	*	0,370	*
TRANS-11	21,3	6,6	89,8	0,85	5,3	54,3	*	3,2	*	0,710	0,463
BR3-11	22,3	7,5	37,0	0,2	1,5	89,2	17,1	2,1	*	0,840	0,069



**Figura 4: Variação espacial e temporal da biomassa perifítica no reservatório de Itupararanga nas estações amostrais TRANS, BR1, BR3 e BR4.**

A estação amostral que apresentou maior concentração média de peso seco de perifíton foi a TRANS, que está localizada próxima aos principais rios formadores do reservatório de Itupararanga e à área urbana da cidade de Ibiúna, seguido da estação BR4 que está localizada na desembocadura do rio Paruru, que passa pelo distrito do Paruru e que não possui rede de captação de esgoto. As estações BR1 e BR3 foram as que apresentaram as

menores concentrações médias do peso seco do perifíton. Estas estações amostrais estão em locais com menor grau de interferência antrópica em relação à TRANS e BR4.

Na análise de correlação linear, o peso seco mostrou-se negativamente correlacionado ( $r=-0,74$   $p=0,001$ ) com o oxigênio dissolvido e com as concentrações de nitrogênio total ( $r=-0,51$ ;  $p=0,4$ ). O fato de o perifíton estar negativamente relacionado com os valores de oxigênio dissolvido pode estar relacionado ao intenso processo de decomposição nos bancos de macrófitas aquáticas.

A análise de regressão múltipla revelou que a precipitação, temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, nitrogênio total e fósforo total explicam 86% da variação do peso seco do perifíton ( $p = 0,03$ ).

A regressão múltipla revelou que o fator que mais contribui na explicação da variação da biomassa perifítica é a precipitação. Este fato pode estar associado à localização das estações amostrais. Todas as estações situam-se na desembocadura de córregos e que são ocupados em sua maioria por áreas de agricultura. Considerando que os córregos não possuem cobertura ripária em todo seu entorno, a precipitação pode carrear nutrientes para o reservatório, fazendo com que a água se torne mais rica em nutrientes acarretando a elevação da biomassa perifítica. Nogueira et al. (1999) observou em seu trabalho realizado no reservatório de Jurumirim (SP) que as zonas localizadas próximas às entradas dos tributários são diretamente e imediatamente influenciadas pelo ciclo de precipitação. Para Tundisi (1990) os pulsos de precipitação introduzem nos reservatórios uma grande quantidade de material em suspensão e causam mudanças nos processos físicos e biogeoquímicos. Torres et al. (2007) também atribuíram à precipitação um dos fatores mais importantes na descarga de nutrientes por tributários em um estudo realizado no reservatório da Pampulha (RJ).

O nitrogênio e o fósforo (NT e PT) também contribuíram na explicação da variação da biomassa perifítica na regressão múltipla. Estes compostos estão presentes em diversos produtos químicos como fertilizantes e detergentes e também em efluentes domésticos. Desta forma, a análise estatística sugere que se houver aumento nesses compostos, aliados a falta de vegetação ripária e à precipitação, pode ocorrer crescimento excessivo de algas, comprometendo desta forma, a qualidade da água para os organismos e para o abastecimento. Segundo Lowe (2006), a abundância de nutrientes desempenha direta e indiretamente um forte papel na quantidade, qualidade e distribuição do perifíton em ecossistemas lênticos.

## CONCLUSÕES

Com os dados obtidos neste trabalho, foi possível concluir quais são as estações amostrais que mais contribuem em biomassa perifítica no reservatório de Ituparanga. Em primeiro lugar foi a estação TRANS, seguido da BR4. Estas estações estão localizadas próximas a locais com grande interferência antrópica, como a área urbana da cidade de Ibiúna e o distrito do Paruru, enquanto as estações BR1 e BR3 estão localizadas em regiões com menor interferência antrópica em relação às outras. Através da análise de regressão múltipla, ficou evidenciada a contribuição da precipitação e dos nutrientes totais na biomassa perifítica, indicando que esta comunidade pode representar um bom bioindicador de trofia e interferências antrópicas em reservatórios.

Desta forma, fica clara a necessidade de um planejamento sanitário mais elaborado, visando o monitoramento do fósforo e nitrogênio, recuperação da vegetação ripária e medidas de controle a fim de manter o equilíbrio do perifíton e de toda biota do reservatório de Ituparanga.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard methods for the examination of water and waste-water. Washington: Am. Public. Health assoc. 1268p. 1985.
2. CETTO, J.M.; LEANDRINI, J.A.; FELISBERTO, S.A. & RODRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. Acta Sci. Biol. Sci. v.26, n.1, p. 1-7, 2004.
3. CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. CIIAGRO Online. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/> acessado em: 04 de maio de 2011.
4. LOWE, R.L. Periphyton patterns in lakes. In: STEVENSON, R.J., BOTHWELL, M.L. & LOWE, R.L. Algal Ecology, Freshwater benthic ecosystems. Academic Press, Elsevier. United States. 1996.

5. MACKERETH, F. J. H., HERON, J. & TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. 1978.
6. MOSCHINI-CARLOS, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. (ed.) Perspectivas da Limnologia no Brasil, São Luís: Gráfica e Editora União, cap. 6, p. 1-11.1999.
7. NOGUEIRA, M.G., HENRY, R. E MARICATTO, F.E. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. Lakes & Reservoirs: Research and Management. 4: 107-120. 1999.
8. PEREIRA, A.C.F. Desenvolvimento de método para inferência de características físicas da água associadas às variações espectrais. Caso de estudo: Reservatório de Itupararanga/SP.2008. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus Presidente Prudente, Presidente Prudente. 2008.
9. QUEIROZ, R.P & IMAI, N.N. Mapeamento das atividades antrópicas na área de entorno do reservatório de Itupararanga – SP: Uma abordagem baseada na diminuição gradativa do grau de complexidade da cena interpretada. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril .INPE, p. 1039-1045. 2007.
10. SMITH, W. S. & PETRERE JR., M. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do Rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. Acta Limnol. Bras.12: 15-27. 2000.
11. STATSOFT, INC. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com. 2007.
12. TORRES, I.C., RESCK, R.P. E PINTO-COELHO, R.M. Mass balance estimation of nitrogen, carbon, phosphorus and total suspended solids in the urban eutrophic, Pampulha reservoir, Brazil. Acta Limnol. Bras. 19(1): 79-91. 2007.
13. TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. Rio de Janeiro: LTC. 10ª edição. 696p. 2008.
14. TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de textos. 632p.2008.
15. TUNDISI, J.G. Perspectives for ecological modeling of tropical and subtropical reservoirs in South America. Ecological Modelling. 52: 7-20. 1990.