

## **Relação de nitrogênio e fósforo na microbacia do córrego da Barrinha, Pirassununga, SP**

André Gustavo Mazzini BUFON,<sup>1</sup> Sâmia Maria TAUKE-TORNISIELO<sup>2</sup> & Antonio Carlos Simões PIÃO<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Concentrações elevadas de nitrogênio e fósforo (N:P) agravam a qualidade da água na microbacia do córrego da Barrinha. No córrego da Barrinha encontra-se a represa Velha, área deste estudo, do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA). Este estudo teve por objetivo verificar a dinâmica do nitrogênio e do fósforo em 7 pontos de coleta, sendo 4 deles na saída da represa e 3 na cava principal do córrego, estabelecidos por características físicas típicas desses corpos d'água superficiais. As amostras foram coletadas na superfície, nos períodos seco e chuvoso. Constatou-se que no período seco houve maior valor da relação N:P (336,37) na nascente do córrego em relação aos outros pontos de coleta. A relação N:P sempre foi elevada, isto é, acima de 12, demonstrando sempre níveis críticos de P, limitando a produtividade primária.

Palavras-chave: Nitrogênio; Fósforo; Microbacia; Córrego.

### **ABSTRACT**

#### **Relation of nitrogen and phosphorus in microbasin of the stream of the Barrinha, Pirassununga, SP**

High concentrations of nitrogen and phosphorus (N:P) aggravate the quality of the water in the microbasin of the stream of the Barrinha. In the stream of the Barrinha it meets Old dam, of the Continental Fishing Resources Research and Management Center (CEPTA/IBAMA), that it constituted the study area. This study it had as objective to verify the dynamics of nitrogen and phosphorus in 7 points of collection, being been 4 of them in the exit of dam and 3 in the main digging of the stream, established through typical physical characteristics

1. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais – CEPTA/IBAMA, Rod. SP 201, km 6,5, C.P. 64, CEP 13630-970, Pirassununga, SP.
2. Centro de Estudos Ambientais, CEA/UNESP, Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP.

of these superficial water bodies. The samples had been collected in the surface, in the periods dry and rainy. One evidenced that in the dry period it had greater value of relation N:P (336.37) in the spring of the stream in relation to the other points of collection. Relation N:P always was raised, that is, above of 12, demonstrating to critical levels of P, limiting the primary productivity.

Key words: Nitrogen; Phosphorus; Microbasin; Stream.

## INTRODUÇÃO

Estudando-se os corpos d'água é possível avaliar as condições de uso e ocupação dos solos adjacentes a eles. As atuais questões sobre a qualidade da água e a utilização de represas para criação de peixes tornam-se cada vez mais importantes, principalmente quanto aos crescentes impactos ambientais negativos nesse recurso natural. É necessário conhecer a dinâmica dos processos que contribuem para a conservação das águas, em razão da possibilidade de sua crescente escassez. Esta última é decorrente do aumento do crescimento populacional e da necessidade, cada vez maior, de produção de alimentos (Boyd, 1990).

Os estudos sobre represas são interessantes sob o ponto de vista científico, principalmente quanto à exportação de nutrientes, destacando-se nitrogênio (N) e fósforo (P), e suas relações com o meio físico, além de serem as principais fontes de poluição nos reservatórios (Pião, 1995; Leite, 1998). O N e o P são nutrientes limitantes dos corpos d'água, por serem consumidos pelo fitoplâncton em uma relação de massa, com média de 7,2:1. Porém, em altas concentrações, transformam-se em fatores de eutrofização dos corpos d'água. A relação crítica N:P situa-se em 10:1 em relação aos níveis de clorofila *a* (Overbeck, 2000).

A importância do fósforo nos reservatórios e nos lagos está intrinsecamente ligada ao processo de eutrofização, ou enriquecimento dos corpos d'água. Quando o nível de eutrofização torna-se avançado, vários problemas são produzidos na qualidade da água, acarretando impactos negativos sobre a atividade pesqueira, o uso doméstico da água e a recreação.

Este estudo teve por objetivo principal determinar a relação dos nutrientes N e P no córrego da Barrinha e a contribuição da represa Velha na introdução desses dois elementos neste corpo d'água, para verificar indícios de eutrofização.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se geograficamente entre 21° 55' 35" S e 47° 22' 00" W, e 21° 57' 30" S e 47° 24' 00" W, aproximadamente 575 m acima

do nível médio do mar, no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA), situado no município de Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil. A microbacia do córrego da Barrinha é uma sub-bacia do rio Mogi-Guaçu, com aproximadamente 600 ha, onde está localizada a represa Velha, com área molhada de aproximadamente 5 ha (Kleerekoper, 1941).

As características climáticas do município de Pirassununga são do tipo CWA (clima subtropical de altitude), com inverno seco e chuvas no verão. A temperatura média da água nos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) é de 26°C e a do mês mais frio, julho, de 20°C. A pluviosidade anual é de 1.411 mm, média calculada para os últimos 12 anos com base em dados fornecidos pela Academia da Força Aérea, em Pirassununga, SP.

As coletas foram realizadas no período seco (junho a agosto de 2000) e no período chuvoso (outubro e dezembro de 2000, e janeiro de 2001). De cada ponto de coleta foi retirada uma única amostra. Essas amostras foram utilizadas para determinar valores de nitrogênio e fósforo totais.

Os pontos de coletas das amostras de água foram previamente determinados quanto à caracterização física do córrego e da saída da represa, sendo: ponto 1 – nascente inicial do córrego, área de várzea antes dos canais de drenagem; ponto 2 – ao final da área agrícola e antes do início da mata ciliar, a montante da entrada da represa Velha; ponto 3 – interior da mata ciliar no CEPTA, entre as nascentes secundárias, a montante da entrada na represa; ponto 4 – sangradouro; ponto 5 – caixa 3 de saída de água; ponto 6 – caixa 2 de saída de água; e ponto 7 – caixa 1 de saída de água (Fig. 1).

Nos pontos de coleta no córrego da Barrinha, pontos 1, 2 e 3, e na saída da represa, pontos 4, 5, 6 e 7, foram retiradas amostras de água na superfície. Essas amostras de água não filtrada foram analisadas quanto à concentração espacial e temporal de N e P.

Os frascos de cor âmbar, contendo as amostras de água coletadas, foram acondicionados em caixa de isopor contendo blocos de gelo durante todo o período de coleta. As subamostras para cada análise ou conjunto destas foram separadas em frascos de polietileno, que, por sua vez, foram datados e identificados, e quando necessário, foram congeladas para análises posteriores.

A análise de nitrogênio total foi realizada segundo o método descrito para o nitrito (Mackereth et al., 1978). A análise de fósforo total seguiu a mesma técnica descrita para fosfato inorgânico dissolvido (Golterman et al., 1978).

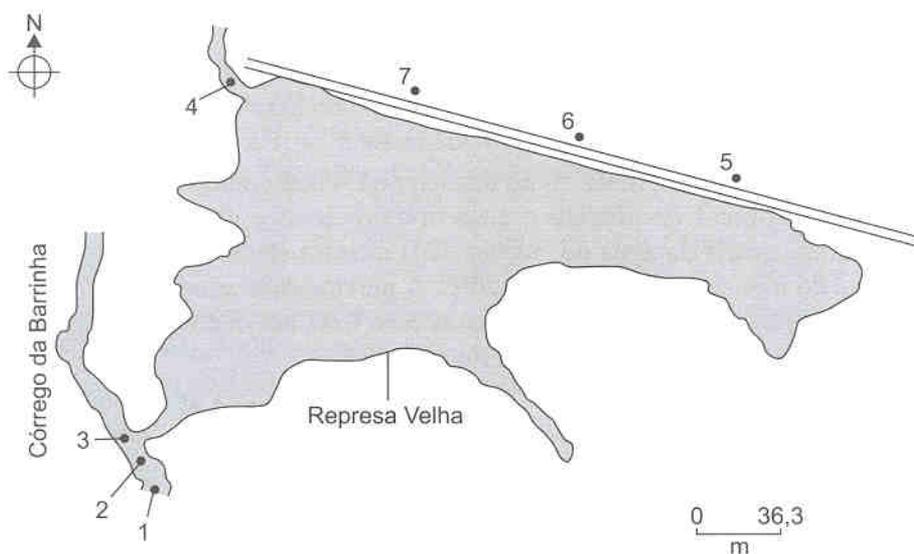


Fig. 1 – Croqui da represa Velha e do córrego da Barrinha, mostrando os pontos de amostragens.

## RESULTADOS

Na Tabela I encontram-se as variações dos valores de nitrogênio total (NT), ocorrendo o menor valor no início do período chuvoso, na nascente do córrego da Barrinha (153,8  $\mu\text{g/l}$ ). O maior valor (2.637,84  $\mu\text{g/l}$ ), entretanto, foi observado no ponto 6, ou seja, na saída da represa, no período chuvoso. Verificando-se os resultados encontrados nos períodos seco e chuvoso, neste último, os valores de nitrogênio total foram aproximadamente 6 vezes maiores do que aqueles obtidos no primeiro.

O menor valor de fósforo total (0,67  $\mu\text{g/l}$ ) foi verificado no período seco, na nascente do córrego da Barrinha (Tabela II). O maior valor, porém, foi observado no período chuvoso, na saída da represa (24,82  $\mu\text{g/l}$ ). De modo geral, nesses períodos os valores de fósforo total foram superiores àqueles observados no período seco.

TABELA I Concentrações de nitrogênio total ( $\mu\text{g/l}$ ) na saída da represa Velha e no córrego da Barrinha, no período de 2000 e 2001.

Pontos	Mês/ano					
	06/00	07/00	08/00	10/00	12/00	01/01
1	–	358,54	225,37	153,80	2.164,25	2.295,99
2	–	391,66	318,31	180,15	2.036,06	2.360,09
3	242,82	346,79	311,54	171,96	2.231,90	2.413,50
4	321,51	571,48	307,27	208,99	2.274,63	2.527,45
5	374,92	402,34	622,05	208,99	2.085,91	2.463,36
6	322,22	342,52	305,49	202,22	2.349,41	2.637,84
7	416,94	479,26	467,86	259,20	2.288,88	2.406,38

Pontos – 1: nascente inicial do córrego, área de várzea, antes dos canais de drenagem; 2: ao final da área agrícola e antes do início da mata ciliar, a montante da entrada da represa Velha; 3: interior da mata ciliar no CEPTA, entre as nascentes secundárias, a montante da entrada na represa; 4: sangradouro; 5: caixa 3 de saída de água; 6: caixa 2 de saída de água; e 7: caixa 1 de saída de água.

TABELA II Concentrações de fósforo total ( $\mu\text{g/l}$ ) na saída da represa Velha e no córrego da Barrinha, no período de 2000 e 2001.

Pontos	Mês/ano					
	06/00	07/00	08/00	10/00	12/00	01/01
1	–	8,13	0,67	5,74	9,02	11,41
2	–	9,32	2,46	10,51	14,39	20,65
3	5,44	7,83	3,66	9,32	17,66	16,17
4	5,74	11,11	10,51	17,66	15,58	22,73
5	9,32	9,02	13,79	16,17	18,26	24,82
6	7,53	6,93	5,15	9,91	16,47	18,86
7	11,70	13,49	9,02	18,86	19,15	19,46

Pontos – 1: nascente inicial do córrego, área de várzea, antes dos canais de drenagem; 2: ao final da área agrícola e antes do início da mata ciliar, a montante da entrada da represa Velha; 3: interior da mata ciliar no CEPTA, entre as nascentes secundárias, a montante da entrada na represa; 4: sangradouro; 5: caixa 3 de saída de água; 6: caixa 2 de saída de água; e 7: caixa 1 de saída de água.

Visando a avaliar o nível trófico da represa, determinou-se a relação N:P (Tabela III), por indicar o nível de produção no corpo d'água. Todos os valores dessa relação, na represa e no córrego da Barrinha, foram superiores a 12, demonstrando excesso de nitrogênio e deficiência de fósforo na microbacia estudada. Além disso, a relação de N:P observada foi 3 vezes maior no período chuvoso do que no seco.

TABELA III Valores da relação nitrogênio e fósforo (N:P) na saída da represa Velha e no córrego da Barrinha, no período de 2000 e 2001.

Pontos	Mês/ano					
	06/00	07/00	08/00	10/00	12/00	01/01
1	–	44,10	336,37	26,79	239,94	201,23
2	–	42,02	129,39	17,14	141,49	114,29
3	44,64	44,29	85,12	18,45	126,38	149,26
4	56,01	51,44	29,24	11,83	146,00	111,19
5	40,23	44,61	45,11	12,92	114,23	99,25
6	42,79	49,43	59,32	20,41	142,65	139,86
7	35,64	35,53	51,87	13,74	119,52	123,66

Pontos – 1: nascente inicial do córrego, área de várzea, antes dos canais de drenagem; 2: ao final da área agrícola e antes do início da mata ciliar, a montante da entrada da represa Velha; 3: interior da mata ciliar no CEPTA, entre as nascentes secundárias, a montante da entrada na represa; 4: sangradouro; 5: caixa 3 de saída de água; 6: caixa 2 de saída de água; e 7: caixa 1 de saída de água.

## DISCUSSÃO

Os valores das concentrações de nitrogênio observados no córrego, Tabela I, foram inferiores àqueles citados por Bufon (1999) e semelhantes aos encontrados por Nascimento (2000). Os resultados encontrados referem-se ao íon amônio, pelo fato de os corpos d'água estudados não apresentarem condições de alto pH. O nitrogênio total pode ser um constituinte natural das águas superficiais ou subterrâneas, resultante da atividade decompositora dos microrganismos. Altos níveis de nitrogênio, entretanto, são utilizados como indicadores de poluição. Considerando os resultados aqui obtidos, pode-se inferir que há excesso de nitrogênio e, portanto, tanto no córrego como na saída da represa há indícios de poluição.

Os compostos de nitrogênio dissolvido incluem amônia, nitritos, nitratos, nitrogênio molecular e grande variedade de compostos orgânicos, como aminoácidos, proteínas, nucleótidos e compostos húmicos refratários. A presença

de oxigênio exerce influência decisiva nas taxas das diferentes etapas do ciclo do nitrogênio. Grande parte da energia liberada pela oxidação é utilizada na fixação de gás carbônico, por meio do ribulosedifosfato-carboxilase (Jorgensen & Vollenweider, 2000).

Nascimento (1994, 2000) citou que a agricultura nessa microbacia tem sido a causa de concentrações elevadas de fósforo na nascente do córrego da Barrinha, principalmente no período chuvoso, em que se observaram variações desse elemento entre 5,3 e 15,0 µg/l, e no período seco, com variações entre 8,6 µg/l e 17,0 µg/l. Esses resultados citados na literatura foram concordantes com os obtidos nesta pesquisa.

Ao analisar o fósforo total, são verificadas todas as formas de fósforo presente na microbacia, que, além de conter formas dissolvidas do íon, também apresenta formas particuladas não imediatamente disponíveis aos organismos.

O CONAMA (1999) definiu que a quantidade máxima de fósforo total permitida é de 25,0 µg/l, por indicar boa qualidade da água para criação de organismos aquáticos, manutenção da biodiversidade e abastecimento urbano. Considerando o limite estabelecido pela Resolução, verificou-se que nos períodos chuvoso e seco, em todos os pontos de coleta na microbacia, os valores observados nunca excederam limites determinados pelo CONAMA (Tabela II).

O ciclo do fósforo é um processo físico, químico e microbiológico, enquanto o ciclo do nitrogênio é controlado por processos quase exclusivamente microbiológicos, como a nitrificação, a desnitrificação, a fixação do nitrogênio molecular e a amonificação (Tundisi & Straškraba, 1999). As bactérias, por suas atividades metabólicas, também têm grande importância na dinâmica do ciclo do fósforo nas águas (Overbeck, 2000).

Segundo Naselli-Flores (1999), quando a relação N:P ultrapassa o valor igual a 12, demonstra excesso de nitrogênio e deficiência de fósforo no sistema, como se observa na Tabela III, somente com uma única exceção. O excesso de nitrogênio pode denotar um processo acelerado de eutrofização, principalmente no córrego da Barrinha. Observou-se, também, que na nascente ocorreram, em alguns meses, os valores mais altos dessa variável e, de modo geral, no córrego, no verão. Os resultados obtidos demonstraram, de modo indireto, uma entrada muito alta de nitrogênio total na microbacia, por meio de seu córrego principal, indicando, ainda, tendência de eutrofização deste sistema aquático.

## CONCLUSÃO

Na saída da represa Velha e no córrego da Barrinha vem ocorrendo excesso de nitrogênio em relação ao fósforo, principalmente no verão.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP (processo 00/05364-0), pela bolsa de Mestrado e pela reserva técnica concedida ao primeiro autor. Ao CEPTA/IBAMA, por permitir a realização das análises em seus laboratórios, e ao CEA/UNESP, por colaborar com a pesquisa aqui desenvolvida.

## REFERÊNCIAS

- BOYD, C.E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990. 482 p.
- BUFON, A.G.M. *Variação da taxa de sedimentação na represa Velha (CEPTA/IBAMA/SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema. Um estudo de impacto ambiental*. 1999. 80 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Agrimensura) – Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga, Pirassununga.
- CONAMA. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. PINTO, W. de D.; ALMEIDA, M. de. *Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA 1984/1999*. Brasília: Editora Ambiental, 1999. p. 125.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAND, M.A. *Methods for physical and chemical analysis of fresh water*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. 213 p. (IPB Handbook, n. 8.)
- JORGENSEN, S.E.; VOLLENWEIDER, R.A. Técnicas para resolução de problemas. In: TUNDISI, J. G. (Ed.). *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia, 2000. v. 1, p. 87-102.
- KLEEREKOPER, H. *Estudo limnológico da bacia do rio Mogi-Guaçu: observações sobre a represa da Estação Experimental de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura em Emas, SP*. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1941. 63 p.
- LEITE, M.A. *Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no Reservatório de Salto Grande (SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema*. 1998. 170 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, F.J. *Water analysis some revised methods for limnologists*. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1978. 120 p. (Scientific Publication, n. 36.)
- NASCIMENTO, V.M.C. *Caracterização limnológica e efeito dos vários usos do solo na qualidade de água do córrego da Barrinha, Pirassununga, SP*. 1994. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- NASCIMENTO, V.M.C. *Estudo da carga de nutrientes e da comunidade bentônica do córrego da Barrinha, São Paulo*. 2000. 162 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- NASELLI-FLORES, L. Limnological aspects of sicilian reservoirs: a comparative, ecosystemic approach. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. (Eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Netherlands: Buckhuys, 1999. p. 283-311.

OVERBECK, J. Conceitos de ecossistemas. In: JORGENSEN, S.E.; VOLLENWEIDER, R.A. *Princípios para o gerenciamento de lagos*. Tradução Dinó Vannuci. São Carlos: ILEC, IIE, UNEP, 2000. v. 1, p. 9-26.

PIÃO, A.C.S. *Transporte de nitrogênio, fósforo e sedimentos pelo ribeirão dos Carrapatos (Município de Itaí, SP), sua relação com usos do solo e outros impactos antropogênicos e a sua deposição no braço do Taquari, Represa de Jurumirim*. 1995. 192 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. (Eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences, 1999. 585 p.