

INFLUÊNCIA DO LANÇAMENTO DE ESGOTO ORGÂNICO NAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DE CÓRREGOS AFLUENTES DO RIO CAMANDOCAIA, AMPARO/SP–

ETAPA III

Beatriz Berton Baldo, Emílio Carlos Nardini, Basílio Gomes Ribeiro Filho, André Alberto*

Rod. João Beira, Km 46,5 – Bairro Modelo – Caixa Postal 118 – CEP: 13.905-529 – Amparo/SP

RESUMO

Pesquisas sobre os níveis de poluição orgânica de córregos afluentes do rio Camandocaia estão sendo desenvolvidas, em diferentes períodos sazonais. Na Etapa I os córregos da margem direita foram estudados, nos períodos de inverno e primavera, e na Etapa II foram divulgados resultados para esses mesmos córregos, porém relacionados ao período de outono. Ainda na Etapa II foram publicados os resultados referentes aos córregos localizados a margem esquerda, obtidos no período de inverno. No presente estudo (Etapa III) os córregos da margem esquerda também foram estudados, agora no período de outono. Os resultados obtidos foram comparados com aqueles obtidos na Etapa II e permitiram concluir que o Córrego Tamburi apresentou no inverno o maior nível de poluição ($1,1 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$, por exemplo) e o Ribeirão do Castelo, no outono, o menor nível ($7,6 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$, por exemplo). São também apresentados nessa Etapa III os resultados para o córrego dos Mosquitos, obtidos no período de inverno.

Palavras-chave: poluição orgânica, esgoto domiciliar, rio Camandocaia

ABSTRACT

Studies about the levels of organic pollution into affluent brooks of Camandocaia river are being performed at different seasonal periods. In so called Phase I the brooks, located at right side of the river, were studied during winter and spring. At Phase II, results regarding these same brooks were reported, for for the autumn period. Additionally, Phase II also published results for the left side brooks, obtained during winter. In this study (Phase III) brooks from the left margin were also studied, now for the autumn period. The results were compared with those obtained in Phase II, and we can observe that, in winter, the brook Tamburi presents the highest level of pollution ($1.1 \text{ mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) and Ribeirão do Castelo, in fall, the lowest level ($7,6 \text{ mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$). Phase III also presents results for the Mosquitos brook, obtained during winter.

Keywords: organic pollution, domestic sewage, Camandocaia river

INTRODUÇÃO

A água dos principais córregos afluentes das margens direita e esquerda do rio Camandocaia está sendo estudada, em diferentes períodos do ano, para avaliação dos níveis de poluição orgânica.

No presente estudo (Etapa III) são comparados os resultados obtidos no período de outono com os resultados obtidos no período de inverno (Etapa II) por Franco *et al.* (2012), para os mesmos córregos da margem esquerda. Além disso, são também apresentados os valores obtidos no período de inverno para o córrego dos Mosquitos, os quais serão comparados com os valores a serem obtidos no período de inverno/primavera, na Etapa IV.

Os córregos da margem direita foram estudados por Alves *et al.* (2011), no período de inverno e primavera (Etapa I), e os resultados obtidos foram comparados com os resultados obtidos no período de outono por Franco *et al.* (*op. cit.*). As coletas de água dos córregos da margem direita foram finalizadas.

OBJETIVO

Analisar a água de quatro córregos da margem esquerda do rio Camandocaia, além do córrego dos Mosquitos.

METODOLOGIA

As coletas de água foram efetuadas nos dias 10 e 13/06/08 – outono, nos mesmos córregos afluentes da margem esquerda do rio Camandocaia estudados por Franco *et al.* (*op. cit.*) e são eles: Ribeirão do Castelo (Local 6), Córrego do Liceu (Local 8), Ribeirão Vermelho (Local 9) e Córrego Tamburi (Local 10). O mapa da rede hidrográfica da cidade de Amparo/SP, incluindo os quatro locais de coleta, e a metodologia adotada para as análises de água constam na obra dos autores mencionados neste parágrafo.

Aos valores médios das variáveis físicas e químicas obtidas em três repetições em cada um dos quatro córregos afluentes da margem esquerda, juntamente com os valores médios obtidos nos mesmos córregos nas duas coletas realizadas no período de inverno (23 e 24/08/07) por Franco *et al.* (*op. cit.*), foi aplicada a Análise de Componentes Principais (ACP), segundo Ludwig e Reynolds (1988). Na ACP foram

consideradas significativas as variáveis que apresentaram correlação maior ou igual a |0,7|.

A coleta de água do córrego dos Mosquitos, também afluente do rio Camandocaia situado a margem esquerda, foi realizada no dia 08/09/08 – inverno. Os valores das variáveis físicas e químicas foram obtidos em seis repetições, em três locais ao longo do córrego (Local 1 = 50 metros acima da captação de água do SAAE; Local 2 = 30 metros acima da ponte da estrada SP 95; Local 3 = 300 metros da confluência com o rio Camandocaia), e são apresentados como valores médios \pm o desvio padrão. A metodologia

de análise de água foi a mesma utilizada para os outros córregos da margem esquerda.

No presente estudo somente a vazão do Córrego dos Mosquitos foi calculada, de acordo com Fill (1987).

RESULTADOS

1. Córregos afluentes da margem esquerda

Na Tabela 1 podem ser observados os valores médios de todas as variáveis físicas e químicas obtidas a partir das análises de água dos quatro córregos afluentes da margem esquerda do rio Camandocaia.

Tabela 1. Valores médios das variáveis físicas e químicas obtidas a partir das coletas de água dos quatro córregos afluentes da margem esquerda do rio Camandocaia, Amparo/SP. As coletas foram realizadas em três repetições nos dias 10 e 13/06/08 – outono (presente estudo) e nos dias 23 e 24/08/07 – inverno (Franco *et al.*, 2012).

	Castelo		Liceu		Vermelho		Tamburi	
	outono	inverno	outono	inverno	outono	inverno	outono	inverno
Temperatura (°C)	17,5	18,0	18,7	19,0	17,0	17,5	16,7	20,0
pH	7,43	6,81	7,48	6,94	7,45	7,10	7,46	7,01
Turbidez (NTU)	7,1	6,1	5,7	6,8	9,1	13,6	9,6	14,0
Cor (Mg/PtCo)	55,5	56,0	53,7	38,0	89,5	71,0	84,8	142,0
Alcalinidade (mg/L)	112,3	120,0	206,3	117,0	120,7	160,0	167,7	173,0
Dureza T (mg/L)	59,2	53,0	87,0	39,0	55,7	63,0	78,3	40,0
Cloretos (mg/L)	16,3	19,0	40,3	18,0	16,8	25,0	29,2	36,0
Manganês (mg/L)	0,04	0,13	0,14	0,09	0,14	0,14	0,13	0,14
Ferro (mg/L)	0,68	0,70	0,69	0,50	1,32	0,80	0,77	0,70
OD (mg/L)	7,6	4,8	2,5	2,2	5,6	1,9	4,5	1,1
% OD	82,4	56,5	29,2	25,8	62,7	21,7	51,7	17,1
Fósforo T (µg/L)	91,6	319,7	640,7	916,8	172,1	637,7	496,1	1161,2
Nitrogênio T (mg/L)	0,35	0,97	1,03	3,70	0,47	1,90	2,84	8,20
Vazão (L/s)	---	22,0	---	0,8	---	---	---	39,0

OD = oxigênio dissolvido na água, %OD = porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido; T = Total

Comparando-se os valores médios de nitrogênio e fósforo totais obtidos em cada córrego (Tabela 1), nota-se o aumento dos mesmos na coleta de inverno e a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água (OD) e porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido na água (% OD).

As correlações dos valores das variáveis físicas e químicas obtidas no presente estudo e os valores obtidos por Franco *et al.* (*op. cit.*) com os dois componentes principais, na ACP, são apresentadas na Tabela 2. Os componentes 1 e 2 explicam juntos 67,2% da variação total encontrada, sendo o primeiro componente responsável por explicar 44,4% da variação e o segundo componente 22,8%.

De acordo com a análise da Tabela 2, cloretos, fósforo e nitrogênio totais são as variáveis positivamente correlacionadas ao componente 1, sendo o fósforo total a que apresenta a maior correlação (0,905179); OD e % OD exibem correlações negativas com o primeiro componente, sendo a primeira variável a que apresenta a maior correlação, inclusive dentre todas as variáveis (-0,912951).

Pode ser observado na Tabela 2 que o pH e a dureza são as únicas variáveis correlacionadas

ao segundo componente, ambas negativamente, sendo a dureza a de maior correlação (-0,893642).

Tabela 2. Correlações entre os valores médios obtidos das variáveis físicas e químicas da água dos córregos Castelo, Liceu, Vermelho e Tamburi, afluentes da margem esquerda do rio Camandocaia, situados no município de Amparo/SP, com os componentes 1 e 2, nas coletas de outono (presente estudo) e inverno (Franco *et al.*, 2012).

	Componente 1	Componente 2
pH	-0,333185	-0,778442
Turbidez	0,631999	0,040943
Cor	0,577982	-0,103506
Alcalinidade	0,658550	-0,674059
Dureza	-0,147066	-0,893642
Cloretos	0,722253	-0,553699
Manganês	0,581142	-0,439779
Ferro	-0,209018	-0,410712
OD	-0,912951	-0,083147
% OD	-0,899295	-0,077928
Fósforo	0,905179	0,260631
Nitrogênio	0,817909	0,335969
Variação total	44,4%	22,8%

Os números em negrito representam correlações significativas ($\geq |0,7|$); OD = oxigênio dissolvido na água, %OD = porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido.

As variáveis não correlacionadas com nenhum componente pelo valor estabelecido de $|0,7|$ são

turbidez, cor, alcalinidade total, manganês e ferro (Tabela 2).

É apresentada na figura 1 a ordenação dos quatro córregos em função das correlações das variáveis físicas e químicas com os dois principais componentes. O Ribeirão do Castelo (Local 6), no período de outono, posicionou-se sobre os valores negativos mais elevados do

componente 1 e o Córrego Tamburi (Local 10), no período de inverno, posicionou-se sobre os valores positivos mais elevados do primeiro componente. Com relação ao segundo componente, o Córrego do Liceu (Local 8) posicionou-se sobre os valores positivos mais elevados no inverno e sobre os valores negativos mais elevados no outono.

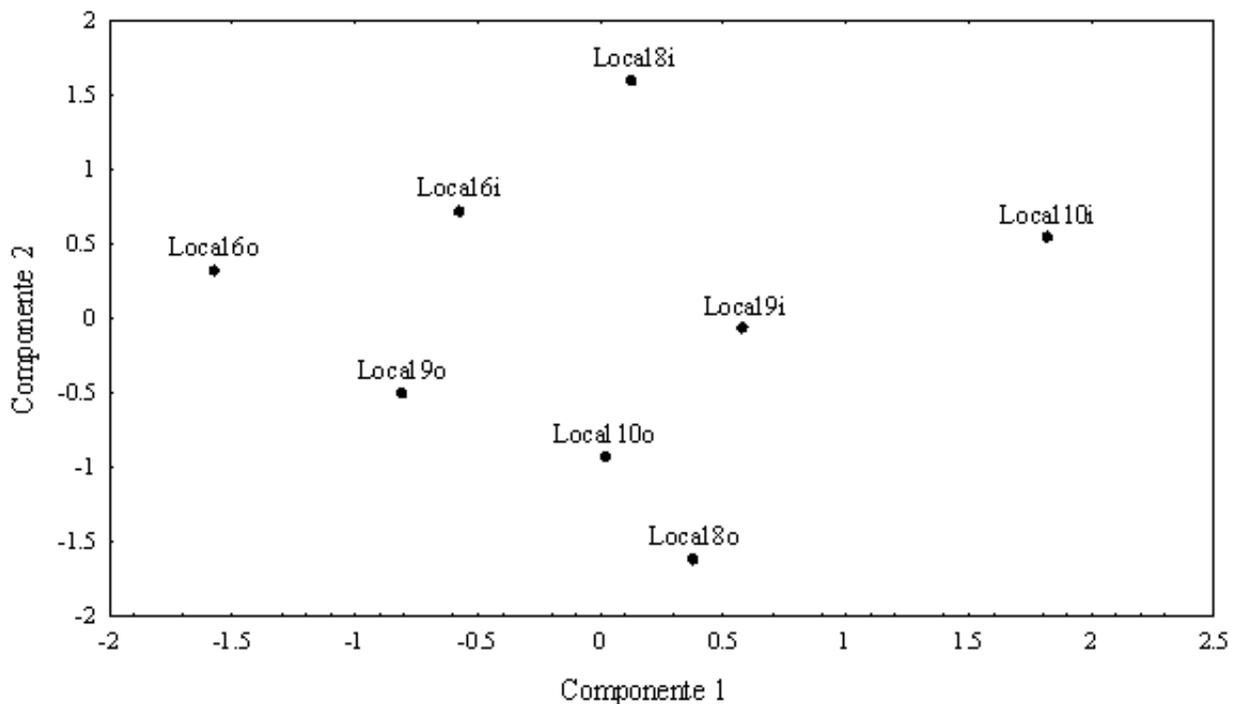


Figura 1. Ordenação por componentes principais dos locais de coleta utilizando os valores médios das variáveis indicadoras de poluição orgânica correlacionadas com os componentes 1 e 2 e obtidos na época do outono para o presente estudo e do inverno (Franco *et al.*, 2012), nos córregos afluentes da margem esquerda rio Camandocaia, Amparo/SP (o= outono, i = inverno; Local 6 = Ribeirão do Castelo, Local 8 = Córrego do Liceu, Local 9 = Ribeirão Vermelho, Local 10 = Córrego Tamburi).

2. Córrego dos mosquitos

Os valores obtidos a partir das coletas de água efetuadas nos três Locais do Córrego dos Mosquitos são exibidos na Tabela 3. O Local 2 apresentou os valores mais elevados de pH, turbidez, cor, alcalinidade, dureza total, ferro,

fósforo e nitrogênio totais; O Local 3 apresentou os menores valores de OD e % OD.

O Local 1 apresentou os valores mais elevados de OD e % OD e os menores valores de todas as variáveis físicas e químicas expressas na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios (\pm o desvio padrão) das variáveis físicas e químicas obtidas a partir de coletas de água efetuadas em seis repetições, no dia 08/09/08 – inverno, em três locais ao longo do Córrego dos Mosquitos, afluente da margem esquerda do rio Camandocaia, Amparo/SP.

	Local 1	Local 2	Local 3
Temperatura (°C)	16,5	17,0	18,5
pH	7,15 \pm 0,06	7,42 \pm 0,03	7,29 \pm 0,04
Turbidez (NTU)	9,1 \pm 0,64	14,9 \pm 0,86	11,7 \pm 0,71
Cor (Mg/PtCo)	86,5 \pm 1,38	163,0 \pm 5,83	131,8 \pm 2,17
Alcalinidade (mg/L)	95,8 \pm 1,33	251,0 \pm 3,46	216,0 \pm 3,74
Dureza total (mg/L)	36,3 \pm 1,36	57,75 \pm 2,06	53,6 \pm 1,34
Cloretos (mg/L)	13,2 \pm 1,47	43,7 \pm 1,50	43,8 \pm 1,30
Manganês (mg/L)	0,05 \pm 0,005	0,10 \pm 0,022	0,10 \pm 0,015
Ferro (mg/L)	1,36 \pm 0,06	1,91 \pm 0,11	1,69 \pm 0,04
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,94 \pm 0,22	7,13 \pm 0,67	4,8 \pm 0,24
% de Saturação de Oxigênio	90,2 \pm 2,5	82,0 \pm 7,8	56,4 \pm 2,9
Fósforo total (μ g/L)	35,5 \pm 1,35	279,2 \pm 7,3	240,4 \pm 3,7
Nitrogênio total (mg/L)	0,29 \pm 0,04	21,1 \pm 0,46	15,5 \pm 0,22
Vazão (L/s)	---	---	482,5

DISCUSSÃO

O componente 1, com as variáveis correlacionadas (Tabela 2 e Fig. 1), permite diferenciar os níveis de poluição entre os locais de coleta, sendo tanto mais poluído o córrego se o mesmo se distribuir sobre os valores positivos mais elevados do componente 1, pois nessa condição os valores de cloretos e de fósforo e

nitrogênio totais aumentam e os valores de OD e % OD diminuem, sendo este quadro revelador da provável presença de esgoto orgânico (OLIVEIRA *et al.*, 2003; BASSOI e GUAZELLI, 2004; ALBERTO *et al.*, 2004 e 2005).

Essa interpretação permite concluir que o córrego mais poluído, no período de inverno, foi o Tamburi, seguido do Ribeirão Vermelho,

Córrego do Liceu e Ribeirão do Castelo; no outono o mais poluído foi o Córrego do Liceu, seguido pelo Córrego Tamburi, Ribeirões Vermelho e do Castelo (Fig. 1).

Quando considerados os dois diferentes períodos de coleta conjuntamente, constata-se que a água coletada no inverno foi mais poluída que a água coletada no outono, com exceção da água coletada no Córrego do Liceu (Fig. 1).

A explicação para o Córrego do Liceu ter apresentado níveis de poluição mais elevados no outono pode estar relacionada com a vazão, pois o volume de água não alcançava 1,0 L/s na ocasião da coleta (Tabela 1) e, dessa forma, esse corpo d'água estaria mais susceptível a variação dos despejos de esgoto. Além disso, o componente 2, com as variáveis correlacionadas (Tabela 2 e Fig. 1), indica basicamente a diferença existente entre a coleta de inverno e a de outono nesse córrego, sendo que a dureza da água foi mais elevada e o pH foi mais alcalino no período de outono.

Apesar de o Córrego Tamburi ter apresentado o valor de vazão mais elevado (Tabela 1), o que lhe conferia maior possibilidade de diluir o esgoto, as concentrações de nitrogênio e fósforo totais no inverno estavam, respectivamente, 2,2 vezes maiores e 11,6 vezes maiores que os

valores limites da classificação dos corpos d'água determinados pela Resolução CONAMA nº 357/05 para a Classe 1 (BRASIL, 2005).

Com relação ao Córrego dos Mosquitos, os resultados preliminares indicam a presença na água de efluente orgânico mais concentrado no Local 2 e a depleção do OD principalmente no Local 3 (Tabela 3). Os resultados obtidos serão comparados com os resultados a serem obtidos na Etapa IV.

CONCLUSÃO

Os córregos mais poluídos afluentes da margem esquerda do rio Camandocaia foram: Córrego Tamburi, Ribeirão Vermelho e Córrego do Liceu. Os menores níveis de poluição orgânica foram detectados no Ribeirão do Castelo.

De modo geral, a tendência foi o aumento dos níveis de poluição dos córregos no período de inverno, provavelmente devido ao menor volume de água, que resulta em menor potencial diluidor de esgoto.

Com relação ao Córrego dos Mosquitos, serão necessárias mais coletas para confirmar se o Local 2 caracteriza-se como o mais poluído.

REFERÊNCIAS

- Alberto, A., Camargo, A. F. M., Verani, J. R., Costa, O. F. T., Fernandes, M. N. Health variables and gill morphology in the tropical fish *Astyanax fasciatus* from a sewage-contaminated river. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2005, 61: 247-255.
- Alberto, A., Rugani, C. A., Camargo, A. F. M. Influência do lançamento de esgoto orgânico nas características limnológicas do rio Camandocaia, bacia hidrográfica do rio Piracicaba, SP. *Pluralis Multitemática*, 2004, 2(1): 145-162.
- Alves, M. G., Nardini, E. C., Ribeiro-Filho, B. G., Alberto, A. Influência do lançamento de esgoto orgânico nas características limnológicas de córregos afluentes do rio Camandocaia, Amparo/SP – Etapa I. *Revistas Eletrônicas Unisepe - Gestão em Foco*, 2011, 2(1): 1-11.
- Bassoi, L. J., Guazelli, M. R. Controle ambiental da água. In: Philippi JR, A., Roméro, M. A., Bruna, G. C. (Eds.). *Curso de gestão ambiental*. São Paulo: Manole, 2004. p. 53 – 99.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005*: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 20/03/2009.
- Fill, H. D. *Informações hidrológicas: modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. São Paulo: Nobel/ABRH, 1987.
- Franco, C. F., Nardini, E. C., Ribeiro-Filho, B. G., Alberto, A. Influência do lançamento de esgoto orgânico nas características limnológicas de córregos afluentes do rio Camandocaia, Amparo/SP – Etapa II. *Revistas Eletrônicas Unisepe - Gestão em Foco*, 2012, 1(6): 19-26.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. *Statistical ecology: a primer on method and computing*. New York: John Wiley and Sons Inc., 1988.
- OLIVEIRA, A.M. de; NARDINI, E.C.; RIBEIRO FILHO; B.G.; *et al.* Autodepuração da poluição no rio Camandocaia, Amparo – SP. *Pluralis Multitemática*, 2003, 1(1): 33-45.