



## **Teores e quantidades de alguns elementos no córrego Lavapés, sub-bacia do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil** (doi:10.4136/ambi-agua.168)

**Rodrigo Custódio Urban<sup>1</sup>; Alexandre Marco da Silva<sup>1</sup>; Luiz Augusto Manfré<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Sorocaba

E-mail: rodrigo.urban@yahoo.com.br; amsilva@sorocaba.unesp.com.br; luizmanfre@yahoo.com.br

### **RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo verificar a condição iônica sazonal de um córrego de ocupação predominantemente urbana localizado na cidade de Sorocaba/SP, assim como verificar as taxas de exportação de nutrientes dessa microbacia e impactos no rio Sorocaba localizado na mesma cidade. Para o estudo foram realizadas coletas de água durante 12 meses, em dois pontos de coleta, entre os anos de 2009 e 2010. As análises dos atributos químicos foram realizadas em laboratório mediante metodologias de titulometria e espectrofotometria. Os atributos verificados foram magnésio, cálcio, alcalinidade, sulfato, cloreto, potássio, nitrato e fósforo total. Os resultados foram apresentados em forma de Diagramas de Maucha para os 12 meses, enquanto os atributos nitrato e fósforo total foram utilizados para cálculo de taxas de exportação de nutrientes. Não foram observadas grandes discrepâncias sazonais pelos diagramas apresentados, em relação à proporcionalidade. A dominância geral de cátions foi a seguinte para os dois pontos:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ . Enquanto a ordem de dominância dos ânions foi: Alcalinidade  $> \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ . As taxas de exportação da região foram maiores nos períodos chuvosos. A microbacia tem baixa influência no montante estimado para a bacia do rio Sorocaba, cerca de 5,83 toneladas de Nitrato e 0,14 toneladas de Fósforo total de um total estimado de 1706 t e 426 t respectivamente. Segundo a classificação do índice de estado trófico o córrego Lavapés é considerado como mesotrófico.

**Palavras-chave:** taxas de exportação; qualidade de água; índice de estado trófico.

## **Ionic condition and input and output rates of some chemical solutes in Lavapés stream, Sorocaba, SP, Brasil**

### **ABSTRACT**

This paper aimed to analyze the seasonal ionic condition and the input and output of nutrients of a watershed with urban land use in the municipality of Sorocaba to estimate the impacts in the Sorocaba river. Water samplings were taken at two sites in a period of twelve months between 2009 and 2010. The concentration of magnesium, calcium, alkalinity, sulfate, chloride, potassium, nitrate and total phosphorus had been determined in laboratory using the titrimetric and spectrophotometric methods, for each of one of the twenty four samples collected. The results were presented in the Maucha's ionic diagram; nutrient input and output were calculated based on the results of nitrate and total phosphorus concentrations. Observed proportional variation was not significant during the study according to Maucha's ionic diagrams. Cation dominance order was  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ , and anion dominance order was Alkalinity  $> \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ . The input and output of nitrate and total phosphorus was larger in the rainy months, as expected. The watershed total estimated ion values shows low influence over the Sorocaba River watershed, with values close to 5,83 ton of nitrate and 0,14 ton of total

phosphorus. According to modified Carlson trophic state classification, the study area has a medium eutrophication potencial, and the Lavapés stream can be considered as mesotrophic.

**Keywords:** Maucha's ionic diagram; import of nutrients; export of nutrients; water quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural utilizado pelo homem de diferentes maneiras, conforme suas necessidades e interesses. No constante e intenso processo de urbanização verificado, ocorrem diversos tipos de pressão e intensificação do uso da água. Ao mesmo tempo, a falta de planejamento e o crescimento desordenado prejudicam a manutenção da qualidade desse recurso.

O conteúdo iônico de águas superficiais é determinado principalmente pelos cátions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  e pelos ânions  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$ . A concentração e variação sazonal desses íons na água podem ser influenciadas pelo clima e pelas atividades humanas, dentre outros fatores (Payne, 1986).

O conhecimento da composição química da água é fundamental para a compreensão de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos e refletem também a importância geoquímica frente às alterações ambientais decorrentes da ocupação da bacia hidrográfica estudada (Maier, 1987).

Uma forma de verificação da composição e comparação do conteúdo iônico de águas superficiais é a confecção do diagrama de Maucha da região estudada. Nele é possível observar graficamente a proporção relativa dos íons supracitados e sua respectiva concentração (Broch e Yake, 1969; Alvarez Cobelaz et al., 1987).

Os nutrientes nitrogênio e fósforo têm especial destaque nos ecossistemas aquáticos. O primeiro tem participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa, já o outro participa do metabolismo dos seres vivos no armazenamento de energia. Entre as várias formas da presença de nitrogênio nos ambientes aquáticos o Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) merecem destaque por serem as principais fontes desse elemento para os produtores primários. Já o fósforo normalmente se encontra na forma de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) nesse tipo de ecossistema. Entretanto esses dois elementos, quando em demasia, são os principais aceleradores do fenômeno conhecido como eutrofização (Esteves, 1988).

A eutrofização, que constitui o enriquecimento da água com nutrientes necessários ao crescimento da vida vegetal ou responsáveis pelo aumento da produtividade dos sistemas aquáticos, é um processo natural. Porém a sua ocorrência tem sido acelerada pela intervenção antrópica. É possível classificar o ecossistema aquático em uma escala crescente de produção biológica: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico (Braga et al., 2004).

Em áreas rurais a fonte principal de nutrientes pode ser considerada difusa e proveniente principalmente de fertilizantes e defensivos agrícolas que são carregados pelas águas da chuva (Mansor, 2005). No ambiente urbano essa contribuição é proveniente de fontes pontuais como efluentes domésticos e industriais, tanto como de fontes difusas como as chuvas em locais de grande poluição atmosférica (Esteves, 1988).

A quantificação das cargas poluentes dos compostos de nitrogênio e fósforo pode ser realizada a partir da mensuração de taxas de exportação. Esse tipo de estudo é realizado em bacias hidrográficas de locais com clima, tipo de solo, de cobertura vegetal, de uso de solo bastante distintos. A taxa permite verificar a saída dos nutrientes da bacia hidrográfica e a contribuição que esta fornece para o corpo d'água que recebe suas águas (Coelho et al., 2007).

No Brasil diversas cidades enfrentam problemas de eutrofização dos seus principais cursos d'água, com destaque para aqueles que passam por regiões agrícolas e urbanas sequencialmente, recebendo todas as fontes de nutrientes artificiais em porções relativamente

pequenas de seu curso, perdendo a capacidade de autodepuração. Somente no Estado de São Paulo, cerca de 64% das bacias hidrográficas são consideradas eutróficas ou hipereutróficas (Mansor, 2005).

Das cidades do Estado de São Paulo, Sorocaba se apresenta como um importante polo industrial cercada de regiões com predomínio agrícola. Esse fato fez com que seu principal curso d'água também fosse considerado eutrófico na maior parte da sua extensão urbana, apresentando altas taxas de exportação e importação de nitritos e fosfatos (Silva et al., 2007a). Isso indica que muitas microbacias que deságuam também contribuem para seu estado de eutrofização, e que o estudo das taxas de exportação, principalmente no ambiente urbano, onde as fontes pontuais são mais passíveis de controle, se faz bastante importante.

Objetiva-se no presente estudo elaborar diagramas de Maucha adaptados relativos a dados obtidos mensalmente de dois pontos de coleta, estabelecer e verificar o padrão sazonal da concentração iônica dos corpos d'água do córrego e realizar a comparação crítica deste. Além disso, também serão incluídos no trabalho dados de estimativas de exportação dos íons nitrato ( $\text{NH}_3^-$ ) e fósforo total (P) e aferir a sua contribuição de nutrientes para o rio Sorocaba. Todas as análises foram realizadas em um período de um ano na microbacia do córrego Lavapés, de ocupação predominantemente urbana, na cidade de Sorocaba – SP, Brasil.

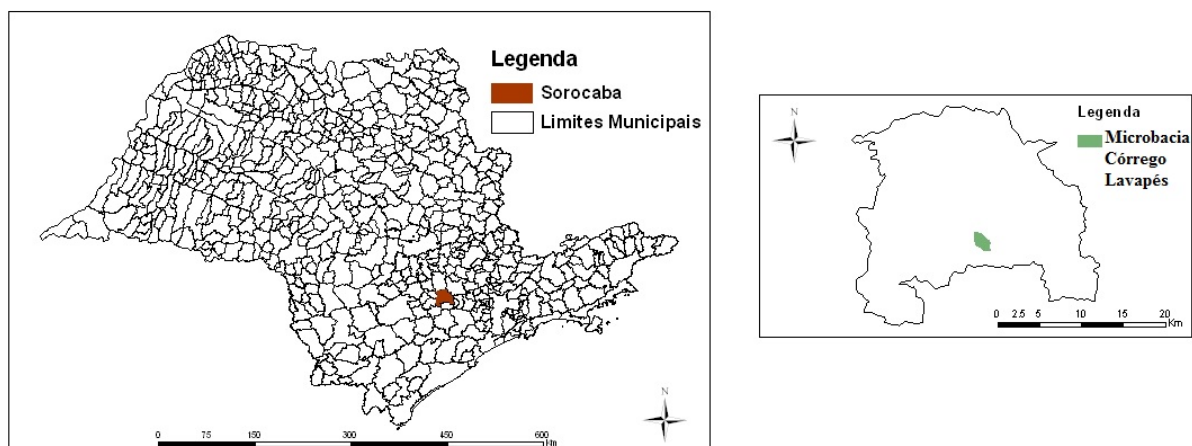
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Localização e caracterização da área de estudo

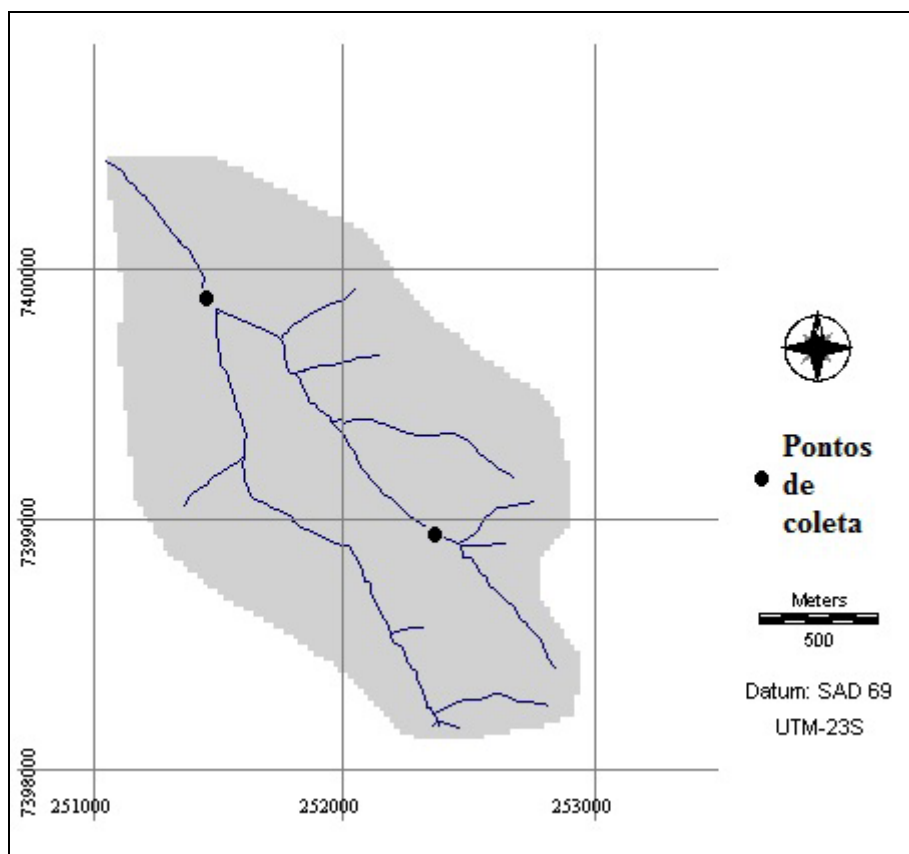
O município de Sorocaba situa-se na porção sudeste do estado de São Paulo (Brasil) (Figura 1). Possui uma área de 449 km<sup>2</sup> e uma população de 559.157 habitantes, sendo cerca de 98% considerada urbana (IBGE, 2009).

O clima da região é, segundo classificação de Köppen (1948), do tipo “Cfa” (subtropical quente), tendo como temperatura média anual 21,4°C, máxima de verão 30,1°C e mínima de inverno 12,2°C e ainda 1.285 milímetros de altura pluviométrica anual. Na bacia hidrográfica do córrego Lavapés ocorrem Latossolos Vermelho-Escuro, Latossolos Vermelho-Amarelo textura argilosa e Cambissolos (Oliveira et al., 1999).

A área de estudo é uma microbacia de terceira ordem que possui 3,02 km<sup>2</sup> (Figura 1) e o principal curso d'água mede aproximadamente 2.550 metros de extensão (Figura 2). Localiza-se na porção central do município de Sorocaba e as águas desse córrego deságuam no rio Sorocaba. O córrego principal é conhecido localmente como Córrego Lavapés.



**Figura 1.** Localização do município de Sorocaba no Estado de São Paulo e da microbacia do córrego Lavapés dentro dos limites municipais de Sorocaba.



**Figura 2.** Localização dos pontos de coleta dentro da área da microbacia do córrego Lavapés.

A microbacia do córrego Lavapés foi escolhida para o trabalho por apresentar locais com cobertura vegetal remanescente em uma área prioritariamente urbana. Os pontos de coleta foram escolhidos de modo a verificar os atributos propostos em uma área com aspecto de vegetação e outra impermeabilizada e com alguns pontos de lançamento de esgoto próximos.

## 2.2. Coleta de água

Pelo período de um ano, coletou-se mensalmente uma amostra de água em cada um dos dois pontos estabelecidos. O ponto de coleta 1 localiza-se sob as coordenadas 23°29'30''S e 47°26'03''W e o ponto de coleta 2 localiza-se sob as coordenadas 23°29'30''S e 47°25'36''W. As amostras foram levadas para laboratório para análise dos atributos relacionados a seguir. A amostragem da água foi realizada seguindo o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Águas da CETESB (CETESB, 1987).

## 2.3. Diagrama de Maucha e variação iônica entre os pontos de coleta

Apesar da metodologia do diagrama de Maucha incluir o atributo sódio, no presente estudo não foi possível realizar a mensuração deste devido a dificuldades técnicas encontradas e também financeiras. Por conta do mencionado foi realizada uma adaptação da metodologia, excluindo o atributo apontado.

Os teores de Magnésio e Cálcio foram determinados por titulação com kits de reagentes, seguindo a metodologia proposta por APHA (1985). A alcalinidade foi aferida por meio de titulação de neutralização de ácido/base, empregando-se ácido sulfúrico 0,01 mol/L, seguindo a metodologia indicada por Piveli e Kato (2005). Já as análises de Sulfato, Cloreto e Potássio foram feitas por espectrofotometria, utilizando kits de reagentes, de acordo com a metodologia de APHA (1985).

Após a obtenção dos dados, construíram-se os diagramas de Maucha, um por mês em cada ponto de coleta. Para a elaboração destes utilizou-se o programa desenvolvido por Silberbauer e King (1991).

Para a análise da variação dos atributos químicos entre o ponto 1 e ponto 2 (mais próximo à nascente) foram efetuadas as médias das doze coletas realizadas e respectivos desvios padrões.

#### 2.4. Taxas de Exportação

Os parâmetros nitrato e fósforo total dissolvido foram mensurados por meio do método colorimétrico, utilizando um espectrofotômetro Hach 2800, com a utilização de kits de reagentes adquiridos e seguindo metodologia adaptada de APHA (1985).

A vazão foi mensurada a partir do método do flutuador, conforme Silva e Schulz (2007) e apresentada em trabalho de Santos e Fernandes (2010).

Para efeitos de comparação foram estimados os dados de produção anual de nitrogênio e fósforo para a cidade de Sorocaba. O cálculo da carga de nutrientes foi realizado conforme metodologia descrita por Silva et al (2007a) para nitrogênio e fósforo. As equações utilizadas foram:

$$\text{Massa anual de fósforo: } P = H \times \alpha \times 0,002 \times 1000^{-1} \quad [1]$$

$$\text{Massa anual de nitrogênio: } N = H \times \alpha \times 0,008 \times 1000^{-1} \quad [2]$$

em que,

$P$  = peso anual de fósforo em um determinado ano, em toneladas.

$N$  = peso anual de nitrogênio para um determinado ano, em toneladas.

$H$  = número de habitantes para o ano "a" (IBGE, 2009).

$\alpha$  = número de dias em um ano (365)

O Índice de Estado Trófico para potencial de eutrofização foi calculado conforme a classificação do estado trófico para rios segundo Índice de Carlson modificado (CETESB, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diagramas de Maucha obtidos para as coletas realizadas mês a mês para o ponto 1 encontram-se na Figura 3. Os dados referentes às concentrações de sódio não foram mensurados devido a limitações técnicas. Dessa forma a comparação iônica é realizada para os cátions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^{+}$ .

Já os dados de carbonato e bicarbonato foram mensurados conjuntamente no atributo "Alcalinidade". Esse procedimento é padrão, pois diversas metodologias empregadas não mensuram separadamente  $\text{HCO}_3^{-}$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ , conforme apontado por Silberbauer e King (1991).

Salvo algumas discrepâncias pontuais, a dominância de cátions é a seguinte para os dois pontos:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^{+}$ . Enquanto a ordem de dominância dos ânions é: Alcalinidade  $> \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^{-}$ .

O padrão proporcional dos íons não tem grande diferenciação sazonal. Tanto no período de seca quanto no úmido a predominância iônica apresenta algumas ligeiras modificações observadas nas Figura 3 e 4.

Os padrões observados no ponto 2 (Figura 4) também se mostram bastante semelhantes, indicando que não há um lançamento de poluentes na bacia que aumentem demasiadamente a concentração de um íon específico.

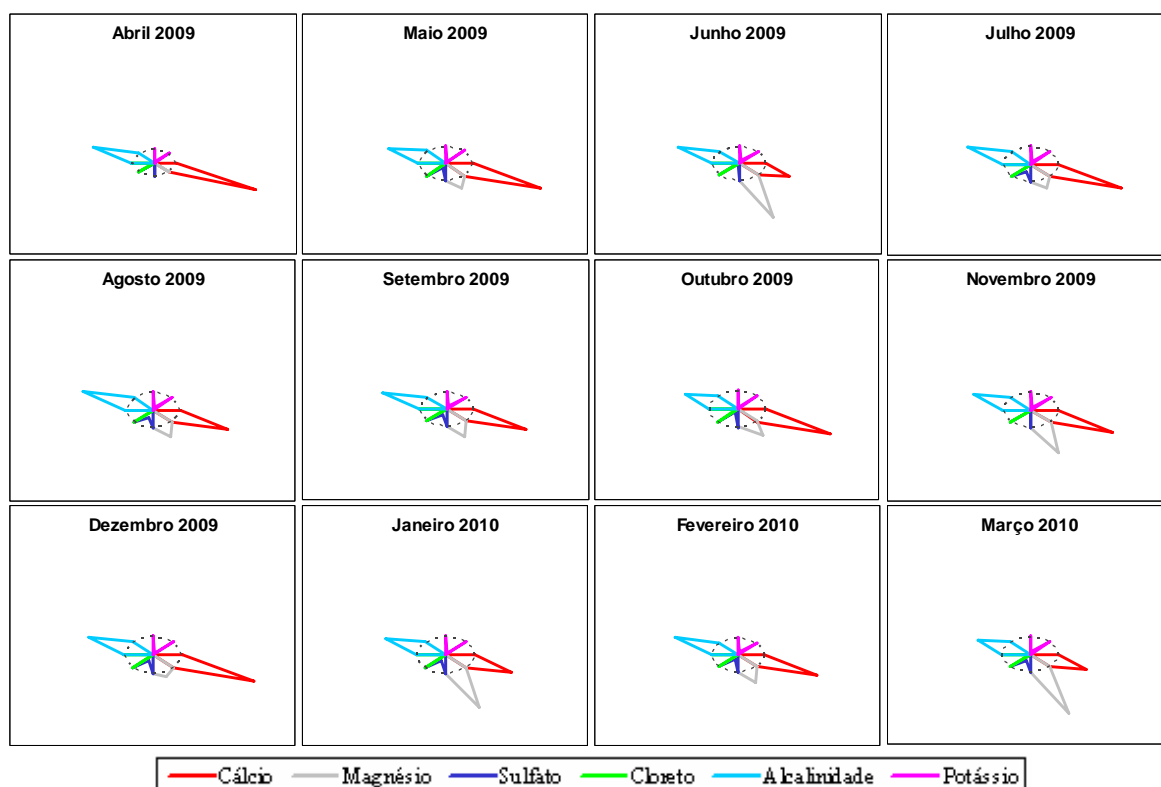


Figura 3. Diagramas de Maucha (% meq.L<sup>-1</sup>) ponto 1.

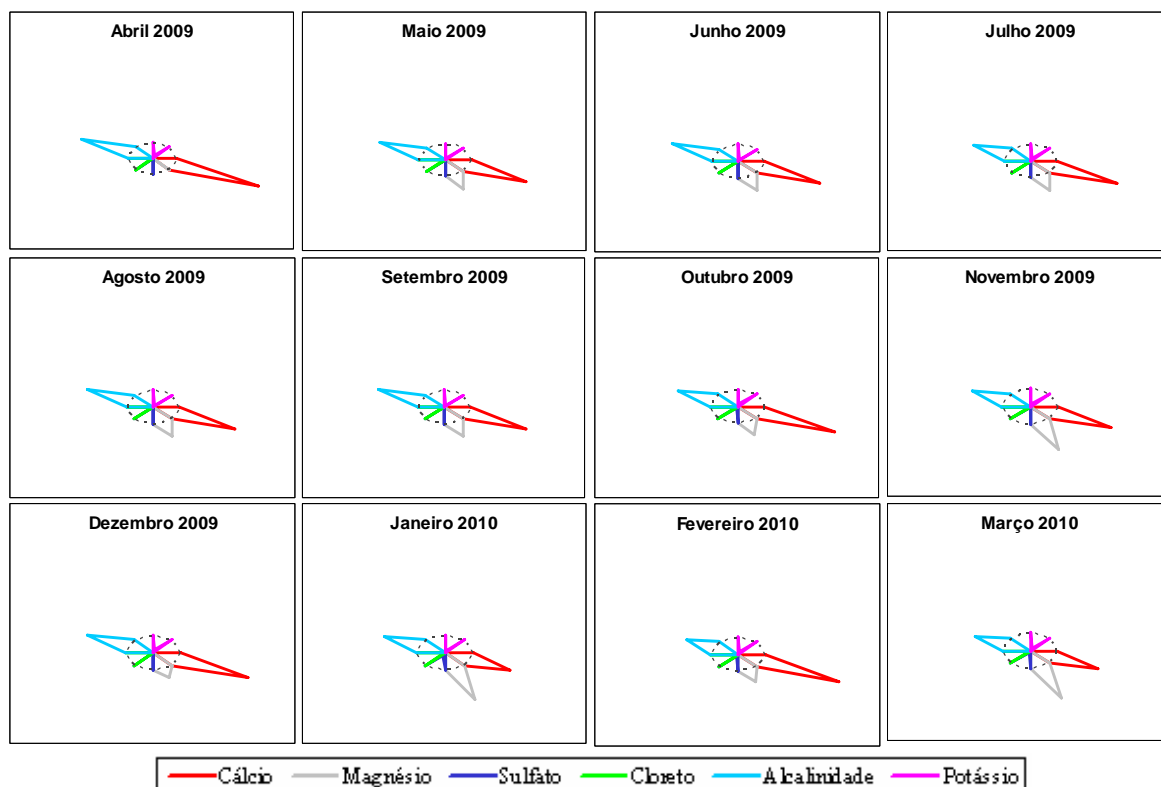
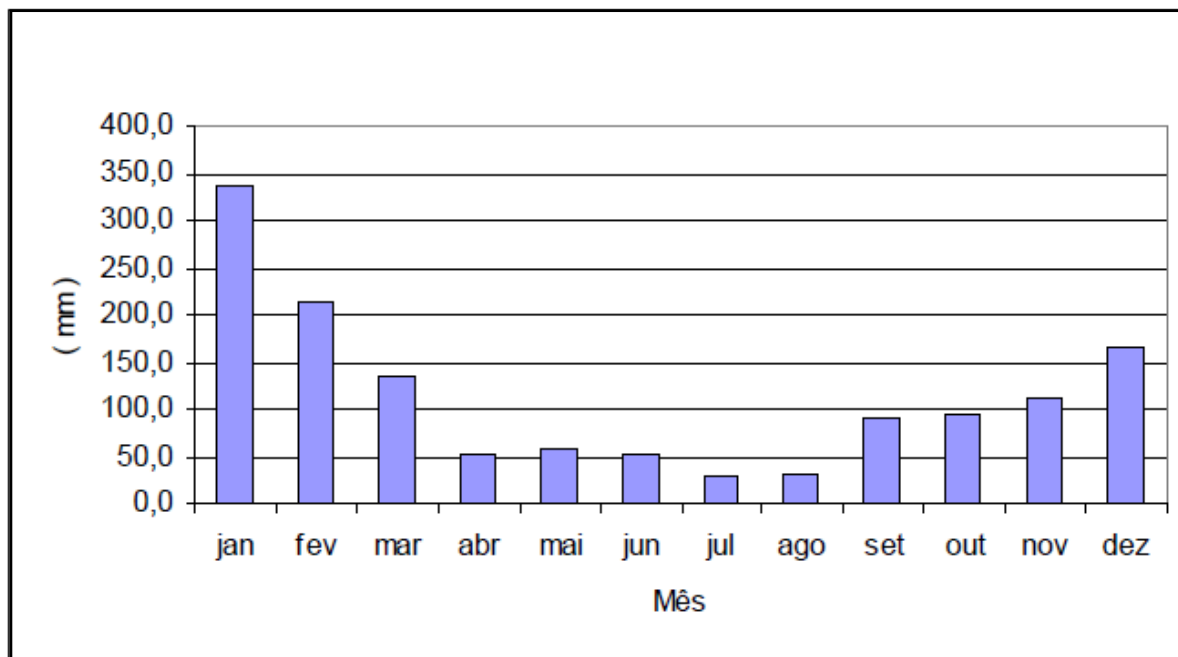


Figura 4. Diagramas de Maucha (% meq.L<sup>-1</sup>) ponto 2.

Os meses com variação do padrão observados foram junho de 2009 no ponto 1 e novembro de 2009, janeiro e março de 2010 em ambos os pontos de coleta. Em comum, essas discrepâncias possuem a proporção de magnésio mais alta que o verificado nos outros meses, sendo que em junho de 2009 e março de 2010 (ponto 1) e janeiro de 2010 (ponto 2) este passa a ser o cátion dominante. Apesar da concentração de magnésio ser inferior à de cálcio na



maioria dos ambientes de água doce, conforme apontado por Silva *et al* (2007a), em certos casos a concentração desse atributo pode aumentar em períodos chuvosos. Essa justificativa é uma possível explicação para a alteração na ordem de dominância catiônica nos meses de março e janeiro de 2010, pois estão no período chuvoso conforme Figura 5. Entretanto a alteração ocorrida no mês de junho de 2009 apenas no ponto 1 deve ser ocasionada pelo lançamento eventual de efluentes não identificados que, conforme Lemke-de-Castro e Lima (2010) podem aumentar os teores de magnésio, entre outros atributos químicos.



**Figura 5.** Histórico pluviométrico da cidade de Sorocaba, com base nas médias mensais de precipitação de 1993 a 2000.

**Fonte:** Ferreira e Daniel (2003).

A dominância de cátions seguiu a tendência mundial esperada para rios, conforme estudos de Wetzel (1981). Entretanto os ânions apresentaram diferenças com a alcalinidade e  $Cl^-$  trocando seu local na ordem de dominância esperada, segundo a mesma tendência.

A partir da análise da Tabela 1, nota-se que não houve diferenças estatísticas entre os atributos químicos avaliados, exceto para o sulfato, que apresentou maiores concentrações no ponto a jusante. Esse resultado, pode ser atribuído ao descarte de efluentes líquidos ao longo de afluentes do córrego Lavapés, assim como verificado por Sardinha et al. (2008) no ribeirão do Meio, município de Leme (SP).

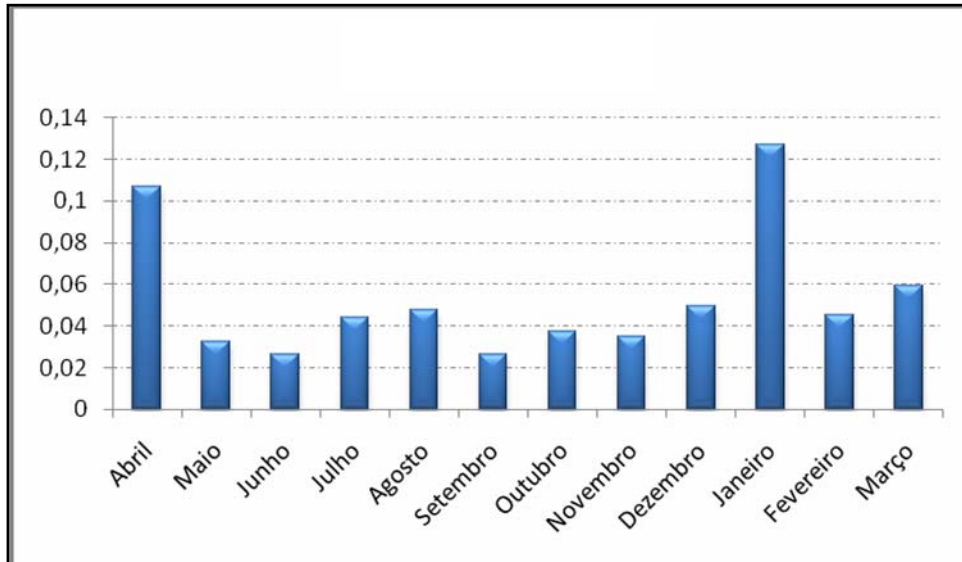
Em relação à dureza (Tabela 1), que se trata de um atributo relativo aos teores de cálcio e magnésio, as águas do córrego Lavapés podem ser classificadas como moderadamente duras, segundo classificação de Sawyer et al. (2000).

**Tabela 1.** Atributos químicos nos pontos de coleta de água.

Atributos	Média e Estimativa Intervalar (mg/L)	
	Ponto 1	Ponto 2
Dureza	100 (81,23 - 118,77)	90 (79,86 - 100,14)
Cálcio	70 (57,29 - 82,71)	66,67 (60,41 - 72,92)
Magnésio	30 (18,51 - 41,49)	23,33 (16,00 - 30,67)
Alcalinidade	131,67 (113,33 - 150,01)	120 (110,62 - 129,39)
Cloreto	0,028 (0,019 - 0,037)	0,026 (0,020 - 0,032)
Potássio	5,54 (4,54 - 6,53)	4,63 (3,96 - 5,30)
Sulfato	15,25 (9,01 - 21,49)	2,08 (0 - 4,31)

Os atributos cloreto, potássio, cálcio, magnésio apresentam-se abaixo dos limites máximos apontados por Nascimento e Barbosa (2005) com base em compilação de padrões de qualidade ambiental brasileiros e internacionais.

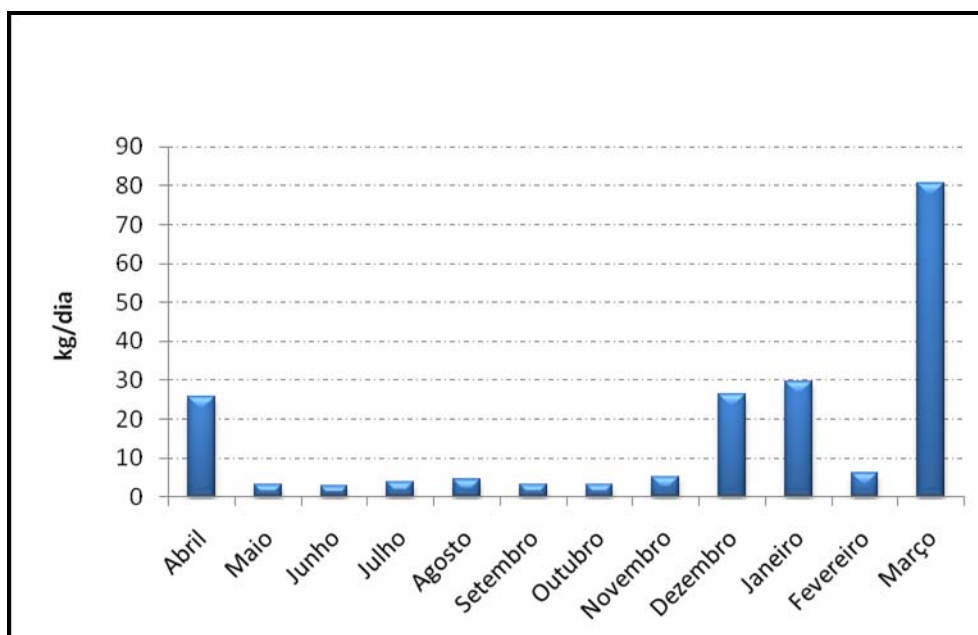
É possível observar (Figura 6) os dados de vazão (Santos e Fernandes, 2010) e taxas de exportação resultantes e na Figuras 7 e 8, os gráficos da taxa de exportação de Nitrato e Fósforo total para cada coleta e os gráficos do total exportado de cada nutriente no total das 12 coletas.



**Figura 6.** Vazão do córrego Lavapés (m<sup>3</sup>/s).

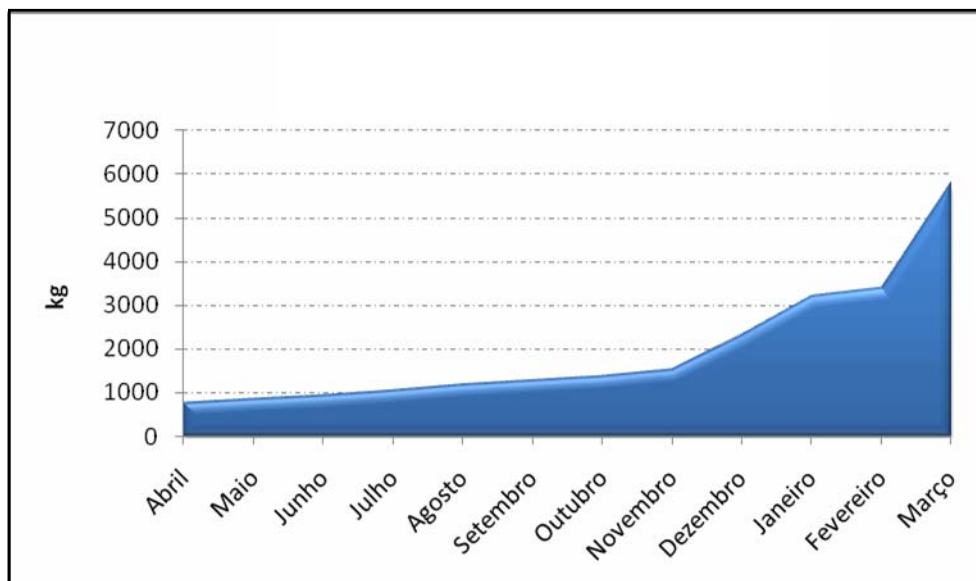
**Fonte:** Santos e Fernandes (2010).

Percebe-se que a taxa de exportação de Nitrato apresentou-se constante e relativamente baixa nos meses mais secos (entre maio e novembro de 2009). Entretanto os dados de abril de 2009 e de dezembro de 2009, janeiro e março de 2010 apresentam valores mais elevados. Esse aspecto se deve à maior incidência de chuvas nesses períodos, e consequente aumento do transporte de nutrientes. Entretanto o valor de fevereiro de 2010 apresenta-se com valores abaixo dos períodos chuvosos, esse fato se deve a concentrações menores do atributo e uma menor vazão encontrada. Não foi possível verificar os motivos dessa discrepância pontual.



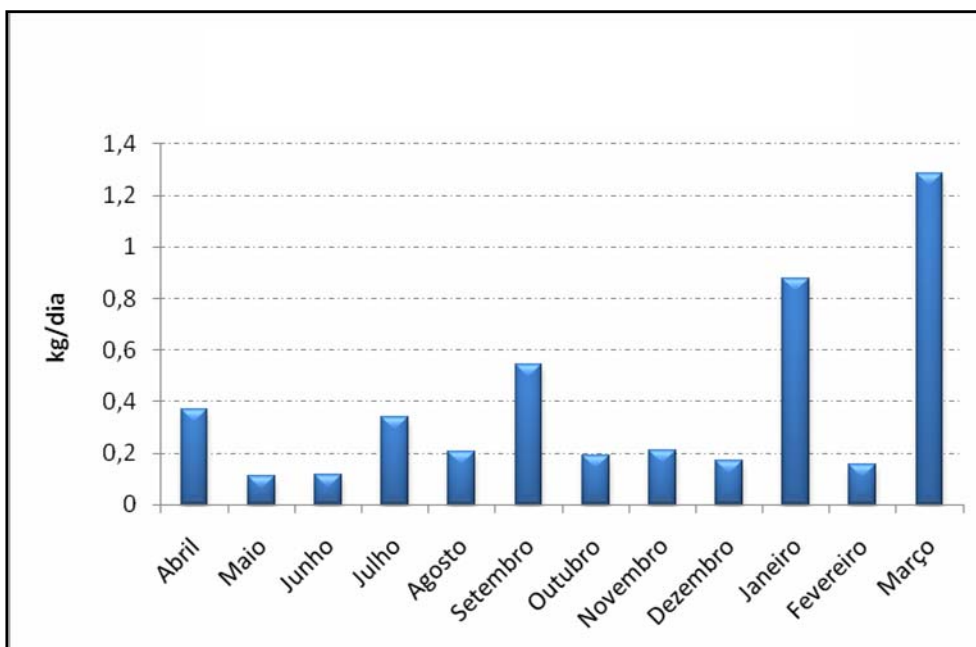
**Figura 7.** Taxa de exportação de nitrato (NH<sup>3</sup> (kg/dia)).



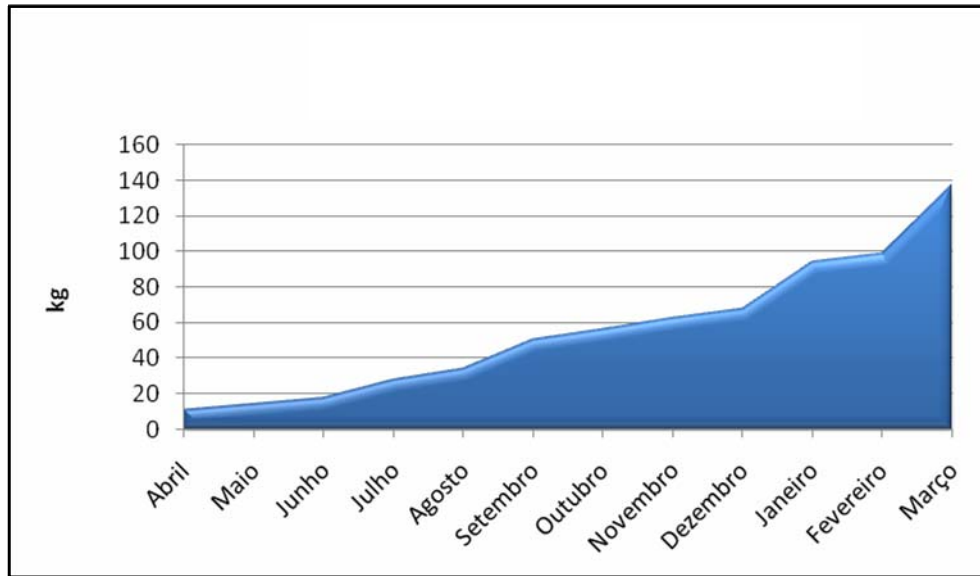


**Figura 8.** Nitrato acumulado ( $\text{NH}_3$  (kg)) exportado no córrego estudado.

O comportamento do fósforo total apresentou-se de forma semelhante, com uma tendência de aumento nos meses chuvosos (Figuras 9 e 10). A discrepância ocorrida no mês de fevereiro de 2010 e observada para o atributo nitrato repete-se para o fósforo total. Os motivos são semelhantes aos apresentados para o nitrato. Também foi possível observar o terceiro maior valor mais alto da série de taxa de exportação de fósforo total no mês de setembro, que se encontra no período seco. Isso se deve a concentração elevada de fósforo total nesse mês. Essa discrepância pode ser atribuída a um incremento pontual de produtos de limpeza ao efluente doméstico lançado no córrego, conforme apontado por Nascimento e Barbosa (2007).



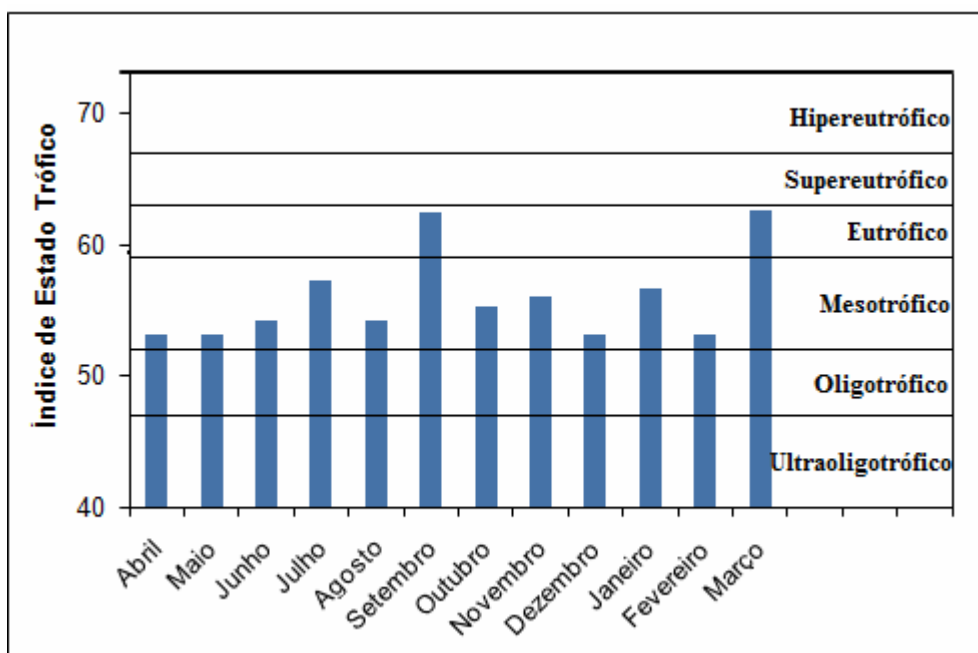
**Figura 9.** Taxa de exportação de fósforo total (kg/dia).



**Figura 10.** Fósforo acumulado total (kg) exportado no córrego estudado.

A quantidade anual transportada para o Rio Sorocaba, pela microbacia estudada, foi cerca de 5,83 toneladas de nitrato e 0,14 toneladas de fósforo total. Considerando o total estimado para o montante de nitrogênio (1706 t) e fósforo (426 t) presentes em Sorocaba no ano do estudo, percebe-se que a microbacia tem uma influência pequena no montante, inclusive por conta de sua área diminuta.

Segundo a classificação do índice de estado trófico o potencial de eutrofização do córrego é médio, sendo considerado um córrego mesotrófico, conforme observado na Figura 10. Estudo semelhante realizado no rio Sorocaba por Silva et al (2007b) aponta-o em estado trófico, não podendo dessa forma atribuir grande contribuição da microbacia do córrego Lavapés para esta condição.



**Figura 11.** Índice de estado trófico.

## 4. CONCLUSÃO

Na região em questão não se observaram grandes discrepâncias entre a proporcionalidade iônica levando em conta a sazonalidade ou os diferentes pontos amostrados. As exceções são feitas para o atributo magnésio, que não altera a característica do corpo d'água estudado.

Em relação aos valores médios dos atributos dureza, cálcio, magnésio, alcalinidade, cloreto e potássio não foi possível observar diferenças estatísticas entre os dois pontos de coleta. Isso evidencia que a alteração sofrida no curso d'água relativa ao lançamento de efluentes e passagem do córrego pela área antropizada pouco influencia na concentração desses atributos e na alteração da característica das águas em relação a estes. Já quanto ao atributo sulfato é possível observar um aumento médio no ponto mais próximo à foz em relação ao ponto próximo à nascente. Apesar das concentrações indicadas não se apresentarem acima dos limites sanitários indicados por Nascimento e Barbosa (2007) evidenciam um aumento com influência antrópica do atributo mencionado, e que merece destaque.

As taxas de exportação dos nutrientes nitrato e fósforo total não se apresentaram com valores alarmantes, e também não podem ser consideradas determinantes para o estado salutar do rio Sorocaba, onde as águas do córrego Lavapés deságuam. Entretanto, considerando que o curso d'água principal já se encontra com um potencial mesotrófico, maior atenção no controle da poluição hídrica em anos vindouros é recomendável, para evitar a eutrofização do córrego Lavapés.

## 5. AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão das bolsas de mestrado relativas aos processos nº 2009/02182-3 e nº 2009/02534-7 aos autores.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ COBELAZ, M.; RUBIO, A.; ARAUZO, M.; ALARCÓN, P.; ALARIO, V. Morfometria y composición química de una laguna de Gravera. *Limnetica*, v. 3, p. 91 – 96, 1987.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15. ed. New York: APHA, 1985.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004. 318 p.
- BROCH, E. S.; YAKE, W. A modification of Maucha's ionic diagram to include ionic concentrations. *Limnology and Oceanography*, v. 14, n. 6, p. 933-935, 1969.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE ABASTECIMENTO – CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1987.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Índice de estado trófico**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice\\_iva\\_iet.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_iet.asp)>. Acesso: 2009
- COELHO, P. S.; DIOGO, P. A.; ALMEIDA, M. T. Aferição de taxas de exportação de azoto total e fósforo total com origem em áreas agrícolas e florestais. In: SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 8., 2007, São Paulo. *Anais...* São Paulo: APRH, 2007.

- ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 588 p.
- FERREIRA, J. C.; DANIEL, L. A. Análise de 47 anos de chuvas em Sorocaba. In: **Semana de tecnologia da Fatec-SP**. Sorocaba: FATEC, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE cidades**. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.html>>. Acesso: dez. 2010.
- KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1948.
- LEMKE-DE-CASTRO, M.; LIMA, J. Influência da cidade de Piracanjuba-Go sobre a qualidade da água do córrego dos açudes. **Global science and technology**, Rio Verde, v. 3, n. 2, p. 105-116, 2010.
- MAIER, M. H. Ecologia da bacia do Rio Jacaré Pepira (47°55'S - 48°55'W e 22° 30' - 21° 55'S - Brasil): qualidade da água do Rio principal. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 2, p. 164-185, 1987.
- MANSOR, M. T. C. **Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal-Limeira, SP**. 2005. 189f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- NASCIMENTO, S.; BARBOSA, J. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 543-550, dez. 2007.
- OLIVEIRA, J. B. de; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 64 p.
- PAYNE, A. I. **The ecology tropical lakes and rivers**. New York: John Wiley, 1986.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2005.
- SANTOS, A. R. dos; FERNANDES, R. A. F. **Balço hidrossedimentológico de uma microbacia de ocupação urbana em Sorocaba-SP**. 2010. 28f. Trabalho (Graduação) – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2010.
- SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 329 – 338, 2008.
- SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for sanitary engineers**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2000. 634 p.
- SILBERBAUER, M. J.; KING, J. M. Geographical trends in the water chemistry of wetlands in the south-western Cape Province, South Africa. **Southern African Journal of Aquatic Sciences**, n. 17, p. 82-88, 1991.
- SILVA, S. L. S.; FERREIRA, S. J. F.; MARQUES FILHO, A. O.; VITAL, A. R. T.; FAJARDO, J. D. V.; MIRANDA, S. A. F.; OLIVEIRA, J. A. D.; FRANKEN, W. K. E BARROS C. P. Características químicas de águas de superfície e subterrânea em área de floresta primária na Amazônia central. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE. 1., 2007, Cuiabá. Anais... Cuiabá: ABRH, 2007a.

URBAN, R. C.; SILVA, A. M.; MANFRÉ, L. A. Teores e quantidades de alguns elementos no córrego Lavapés, sub-bacia do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 265-277, 2010. ([doi:10.4136/ambi-agua.168](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.168))

---

SILVA, A. M.; ROSA, A. H.; SILVEIRA, F. M.; VAZ, S. S.; OLIVEIRA, G. S. Input and output rates of some chemical solutes in Sorocaba river. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 9, n. 2, p. 16-26, 2007b.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. Spatial and temporal characterization of some water quality physical parameters and their relationships with land-use in Água Fria watershed (Palmas – TO, Brazil). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 21-29, 2007.

WETZEL, R. A. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1981. 677p.