

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA E MULTIVARIADA DA VARIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DE UM CÓRREGO URBANO: estudo de caso do córrego Lavapés -Sorocaba/SP.

Rodrigo Custódio Urban¹; Alexandre Marco da Silva²; Luiz Augusto Manfré³; Liane Yuri Kondo Nakada⁴

Resumo – O presente estudo teve como objetivo comparar algumas variáveis físico-químicas de qualidade de água de dois pontos de coleta no córrego Lavapés, inserido em uma microbacia de ocupação urbana, com alguns pontos de remanescentes vegetais, no período de abril/2009 a março/2010. Mensalmente foi coletada uma amostra de água do ponto 1, localizado próximo à foz do córrego, e uma do ponto 2, localizado próximo à nascente. As variáveis quantificadas foram: sólidos totais (voláteis e fixos), temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e pH. Foram extraídas as estatísticas descritivas das amostras e realizada uma análise de componente principal (PCA) para cada ponto de coleta. As médias, e respectivos limites de significância a 95%, apresentaram queda na qualidade de água devido às variáveis O.D., condutividade e sólidos totais, fixos e voláteis. A PCA indicou componentes principais com características diferentes para cada ponto de coleta, e apresentou uma correlação negativa entre sólidos voláteis e oxigênio dissolvido no ponto 1 não observada no ponto 2. No gráfico das duas primeiras componentes principais observa-se a influência das variáveis nos pontos discrepantes. As análises evidenciam a queda de qualidade entre os pontos de coleta e influência da urbanização no impacto da microbacia.

Abstract – This paper aimed to compare some parameters of water quality of two collecting points of the stream Lavapés, part of a watershed with urban occupation and some secondary forest areas. We took water samples in the period of april/2009 to march/2010. We collected one sample for month of point 1, next to stream mouth, and one of point 2, next to stream head. The quantified variables were: total solids (fixed and volatiles), temperature, electric conductivity, dissolved oxygen and pH. We extracted the descriptive statistics of the variables and realized a principal component analysis (PCA) for each collecting point. The means and respective significant limits (95%), showed decrease of the quality due the variables: D.O., electric conductivity, total, fixed and volatiles solids. The PCA resulted principal components with different characteristics for each collecting point, and showed a negative correlation between volatile solids and dissolved oxygen in the point 1 but not in the point 2. The graphic of the first and second principal components showed the influence of the variable in the extreme points. The analysis showed decrease of quality between the two collecting points and the influence of urbanization in the impact of the watershed.

Palavras-Chave – PCA, variáveis físico-químicas.

¹ Doutorando da Unicamp, FEC, Av. Albert Einstein, 951, 13083-852 Campinas, - SP. rodrigo.urban@vahoo.com.br

² Professor Doutor da UNESP, campus Sorocaba, Av. Três de Março, 511, 18087-180 Sorocaba-SP. amsilva@sorocaba.unesp.br.

³ Doutorando da USP, PTR/EPUSP, Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2, n. 83, 05508-900 São Paulo-SP. luizmanfre@usp.br.

⁴ Mestranda da UNESP, Intercampi, Av. 24-A, 1515, 13506-900 Rio Claro-SP. lianekakada@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Os cursos d'água urbanos são frequentemente estudados, inclusive pela necessidade crescente de uso de água. Apesar disso, o crescimento demográfico e expansão das atividades econômicas (em meio urbano e também em meio rural) causam alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos, chegando ao ponto de ameaçar a sobrevivência humana e de outras espécies (BORGES, *et al.*, 2003).

Entre os diversos impactos e interações da água no sistema urbano, como alterações no ciclo hidrológico e deslizamentos e enchentes acentuados pela precipitação, a qualidade da água assume importante papel, pelo seu possível uso como água potável, em indústrias, agricultura e como proliferador de doenças. Uma definição de Botelho *et al.* (2001) conceitua a qualidade de água como “resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, podendo-se dizer, de maneira geral, que é função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica”.

A qualidade da água pode ser mensurada a partir de variáveis físicas Silva e Schulz (2007) utilizaram a turbidez e sólidos suspensos para estabelecer a relação do uso da terra com a qualidade das águas do Ribeirão Água Fria em Palmas/TO. Também pode ser mensurada a partir de variáveis químicas, como os diversos íons levantados por Conceição *et al.* (2009) para observar os efeitos da urbanização no aquífero Guarani, em Ribeirão Preto/SP, ou a partir de balanço iônico de águas pluviais e fluviais, como o realizado por Danelon e Moreira-Nordemann (1991) na bacia do rio Quilombo em Cubatão/SP. Entretanto, a qualidade de água urbana é mais bem descrita quando são utilizadas variáveis físicas, químicas e biológicas, como no índice de qualidade de água descrito por Toledo e Nicolella (2002) em Guáira/SP, ou na influência urbana no córrego dos Açudes na cidade de Piracanjuba/GO observada por Lemke-de-Castro e Lima (2010).

Tratando-se de qualidade de água, é importante mencionar a legislação brasileira de recursos hídricos. A resolução n. 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2005), classifica as águas doces, salobras e salinas do país a partir de variáveis de qualidade, definindo assim o uso possível do referido curso d'água (TUCCI, 1997). Na Tabela 1 é possível observar, como exemplo, os limites para um rio de classe II e os usos a que se destinam essas águas.

Entretanto outros padrões de qualidade de água podem ser citados, como a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde do Brasil, padrões da Organização Mundial da Saúde e padrões da U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (NASCIMENTO e BARBOSA, 2005).

Tabela 1. Algumas variáveis físico-químicas e microbiológicas da resolução CONAMA 357/05.

| Variável | Limite rios classe II | Destinação das águas |
|---|-----------------------|--|
| Sabor/Odor | Não objetável | - abastecimento doméstico |
| pH | 6,0 – 9,0 | após tratamento |
| Oxigênio dissolvido (mg de O ₂ /L) | >5 | convencional; - proteção das |
| Turbidez (NTU) | < 100 | comunidades aquáticas; |
| Sólidos dissolvidos (mg/L) | < 5 | - recreação de contato |
| Coliformes fecais (NMP/100ml) | < 1000 | primário; - irrigação de hortaliças e |
| Cor aparente (mg Pt/L) | < 75 | plantas frutíferas; - aquicultura |

Fonte: Poletto (2003).

Diante da inevitável necessidade de estudos de qualidade de água urbana e considerando o crescimento urbano observado no município de Sorocaba o presente estudo teve como objetivo comparar a alternância de qualidade de algumas variáveis físico-químicas de qualidade de água entre dois pontos de coleta no córrego Lavapés, inserido em uma microbacia com ocupação urbana e alguns pontos de remanescentes vegetais, durante o período de um ano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na microbacia do córrego Lavapés, localizada na porção central do município de Sorocaba. A área encontra-se em urbanização crescente e apresenta alguns locais com vegetação remanescente. A microbacia é caracterizada como de terceira ordem e tem área aproximada de 2,88 km².

Durante um período de um ano (04/2009 – 03/2010) foram coletadas amostras de água mensais, em dois pontos de coleta definidos com base na acessibilidade e proximidade da foz e da nascente. A Figura 1 apresenta os dois locais de coleta. 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°30'30''S e 47°25'36''W (Figura 2).



Figura 1. Vista do ponto de coleta 1(a) e do ponto de coleta 2 (b). (Fotos: Alexandre M. da Silva).

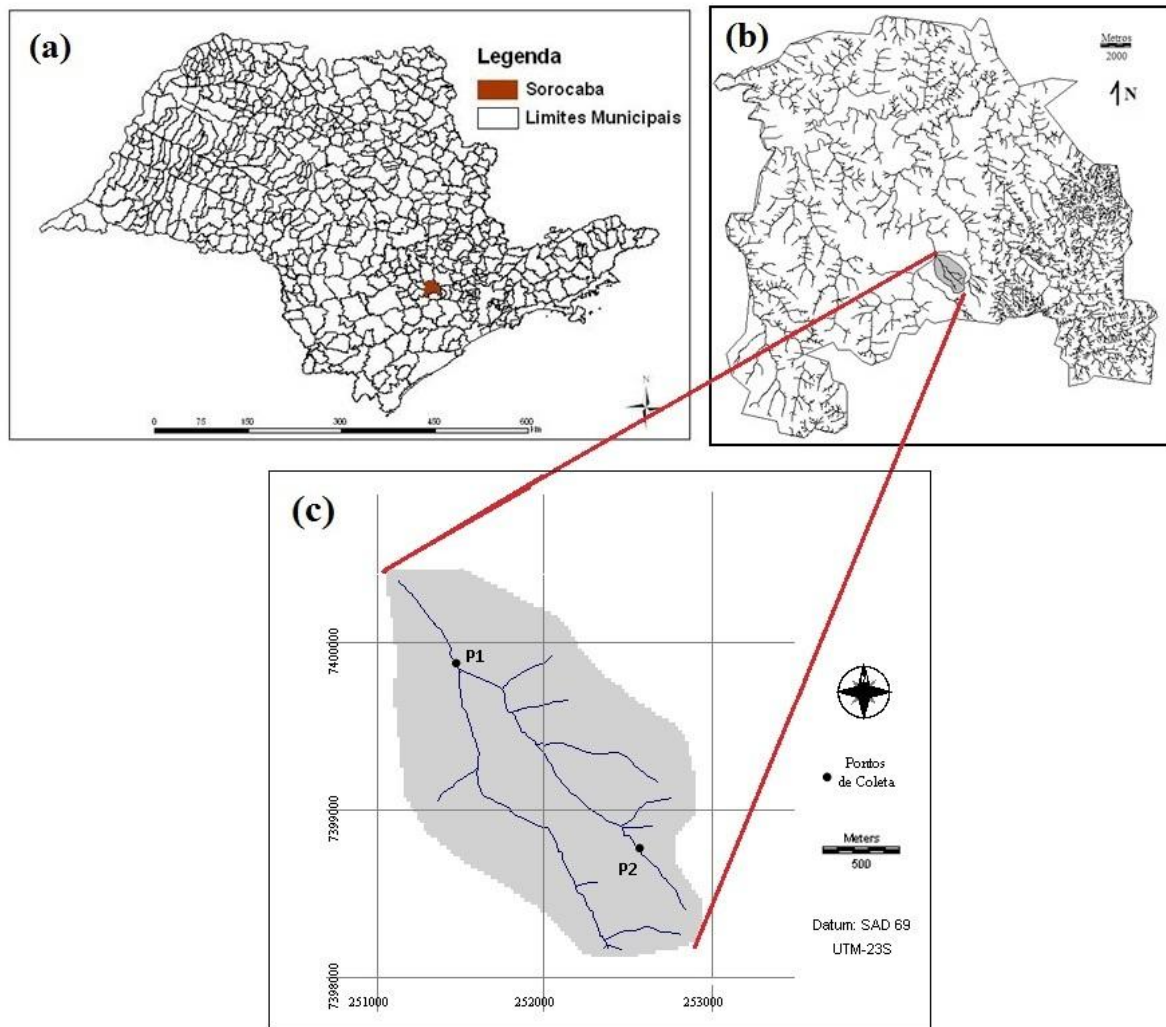


Figura 2. Localização do município de Sorocaba (a), da microbacia do córrego Lavapés (b) e dos pontos de coleta d'água no córrego Lavapés (c) (Fonte: Urban, 2011).

A análise de oxigênio dissolvido e temperatura foram realizadas in situ. A amostragem da água seguiu os procedimentos descritos no Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Águas da CETESB (CETESB, 1987). As amostras foram levadas para laboratório para análise das variáveis descritas na Tabela 2.

A Tabela 2 apresenta um resumo e respectivas referências das metodologias de análise utilizadas no presente estudo. As variáveis foram escolhidas por serem classicamente utilizadas em estudos de qualidade de água.

As variáveis foram tabuladas, organizadas e tiveram as estatísticas descritivas extraídas com o auxílio do programa Microsoft Office Excel 2007 (MICROSOFT, 2006). A análise de componentes principais (PCA) foi realizada para cada um dos dois pontos de coleta, com o auxílio do suplemento XLStat (ADDINSOFT, 2004), inserido no software Microsoft Office Excel 2007 (MICROSOFT, 2006).

Tabela 2. Variáveis físico-químicas quantificadas no córrego Lavapés – Sorocaba/SP e respectivas metodologias utilizadas (Fonte: Urban, 2011).

| Variável | Método utilizado |
|--------------------------------------|--|
| Sólidos Totais (Voláteis e Fixos) | Determinados por variação de massa após passagem por estufa a 80°C e mufla a 500°C. (CARVALHO, 1994 <i>apud</i> SILVA <i>et al.</i> , 2007). |
| Temperatura | Determinada com a utilização de termômetro eletrônico com display digital, seguindo metodologia proposta por Rump (1999). |
| Condutividade elétrica | Foi determinada utilizando-se um condutivímetro de bancada. |
| Oxigênio Dissolvido | Determinado de acordo com o método eletrométrico, com a utilização de um oxímetro, conforme a metodologia proposta por Piveli e Kato (2005). |
| pH | Determinado por método eletrométrico. Com pHmetro de bancada, segundo determinações do APHA, 1985. |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da apresentação dos atributos de qualidade de água é importante mencionar que os resultados obtidos não se referem aos eventos extremos de pluviosidade, aqueles onde as cargas poluentes são mais altas. O levantamento realizado se refere aos valores mínimos de qualidade obtidos em coletas mensais.

Na Tabela 3 é possível observar as médias e respectivas estimativas intervalares das variáveis oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais (ST), sólidos fixos totais (SFT), sólidos voláteis totais

(SVT), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água e condutividade elétrica. As médias foram apresentadas para os dois pontos de coleta, como forma de comparação de possíveis alterações de qualidade entre os mesmos. As variáveis pH e temperatura não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois pontos de coleta, sugerindo que não existem grandes alterações em relação aos mesmos.

Ainda com relação à Tabela 3, é possível observar uma diferença significativa entre os valores de OD. Existe um decréscimo entre o ponto próximo à nascente e aquele mais próximo à foz do córrego Lavapés. Comportamento semelhante foi observado por Carvalho *et al.* (2004) em estudo no ribeirão Ubá, no Estado de Minas Gerais, onde a quantidade de oxigênio dissolvido sofria uma queda significativa após a passagem pelo núcleo urbano do município de Ubá.

Os resultados dos sólidos totais, fixos e voláteis no córrego Lavapés (Tabela 2) também apresentaram significativas diferenças entre o ponto 2 e o ponto 1. Apesar disso os valores em ambos os pontos de coleta mostraram-se muito altos. Estudos de Poletto (2003), Vanzela *et al.* (2003). Carvalho *et al.* (2004), apresentaram, respectivamente, valores máximos de sólidos totais de 1345 mg.L⁻¹ no córrego do Ipê (Ilha Solteira/SP), 473 mg.L⁻¹ no córrego Três Barras (Marinópolis/SP) e 608 mg.L⁻¹ no ribeirão Ubá (Ubá/MG), valores abaixo das médias encontradas no córrego Lavapés, indicando uma quantidade anormal de sólidos. Vale salientar que a APHA (1985) indica que as determinações de sólidos fixos e voláteis não se distinguem exatamente entre materiais orgânicos e inorgânicos porque alguns sais minerais, como carbonatos, cloretos, sulfatos, podem se volatilizar nas mesmas temperaturas que compostos orgânicos.

Tabela 3. Comparação das variáveis físico-químicas de qualidade da água entre os dois pontos de coleta do córrego Lavapés - Sorocaba/SP.

| Atributos | Média e limites da média com significância de 95% | |
|------------------------------|---|-----------------------------|
| | Ponto 1 | Ponto 2 |
| OD (mg/L) | 2,04 (1,53 - 2,56) | 4,29 (2,79 - 5,81) |
| ST (mg/L) | 2242,69 (1885,32 - 2600,07) | 1418,97 (1264,34 - 1573,61) |
| STF (mg/L) | 1535,90 (1273,05 - 1798,74) | 1067,18 (953,31 - 1181,04) |
| STV (mg/L) | 706,79 (424,43 - 989,16) | 351,79 (186,36 - 517,23) |
| pH | 7,52 (7,38 - 7,65) | 7,46 (7,34 - 7,58) |
| Temp. (°C) | 24,31 (22,19 - 26,43) | 22,62 (20,78 - 24,46) |
| Cond. (µS.cm ⁻¹) | 300,08 (249,23 - 350,94) | 211,75 (189,17 - 234,34) |

Ainda observando a Tabela 3 percebe-se a diferenciação entre os valores de condutividade elétrica entre o ponto 1 e o ponto 2, evidenciando a queda na qualidade de água. Comparativamente, uma microbacia não urbanizada localizada em São Carlos estudada por Primavesi *et al.* (2002) apresentou valores entre $6,1\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $25,6\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Toledo e Nicolella (2002) obtiveram valores entre $27,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $68,9\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em uma microbacia de ocupação agrícola e urbana na cidade de Guaíra/SP e Souza e Tundisi (2000) apresentaram valores entre $34,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $114,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na bacia do rio Jaú em Jaú/SP. Os valores mais altos da microbacia do córrego Lavapés possivelmente estão relacionados com a excessiva quantidade de sólidos totais.

Como forma de verificação de *outliers* das análises estatísticas realizadas para os atributos físico-químicos de água, foram construídos gráficos box plots de cada variável estudada, com destaque para o de sólidos totais e o de sólidos voláteis que serão aqui apresentados. Na Figura 3 é possível observar o comportamento dos sólidos totais, com dois *outliers* no ponto 1. O ponto discrepante de maior valor se refere à coleta realizada no mês de Janeiro de 2010, quando houve intensas chuvas. Períodos com a maior incidência de chuvas aumentam a quantidade de sólidos na água pelo carreamento de partículas (POLETO, 2003).

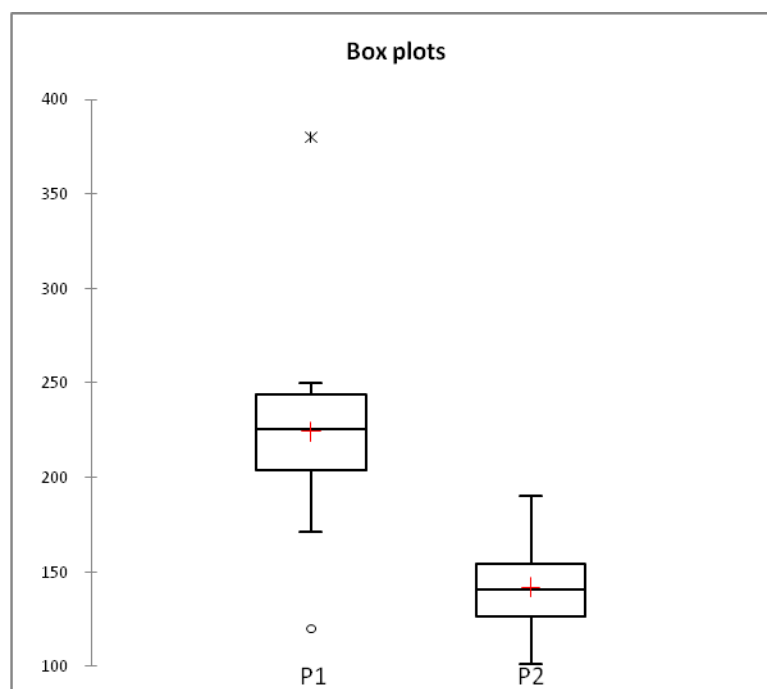


Figura 3. Box plot comparativo entre os valores de sólidos totais (mg/L) dos pontos de coleta no córrego Lavapés - Sorocaba/SP.

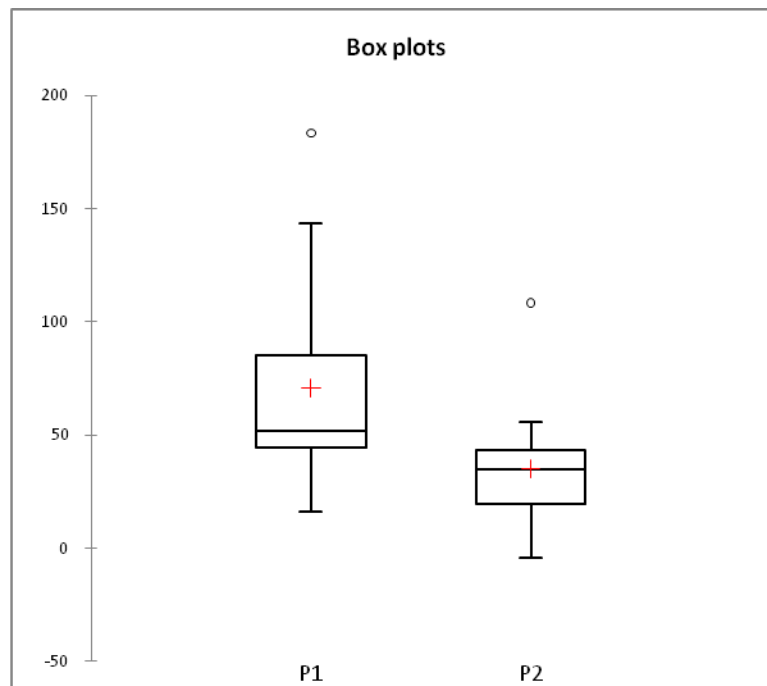


Figura 4. Box plot comparativo entre os valores de sólidos totais voláteis (mg/L) dos pontos de coleta no córrego Lavapés - Sorocaba/SP.

A Figura 4 apresenta o comportamento dos sólidos voláteis totais (SVT), com dois outliers, um para cada ponto de coleta. Os pontos discrepantes de ambos os pontos se referem à coleta realizada no mês de julho de 2009. Nesta coleta a vegetação ciliar do ponto 2 do córrego (próximo à nascente) foi cortada pela primeira vez desde o começo do estudo, deixando o córrego exposto e com uma quantidade considerável de resíduos plásticos e de outras naturezas. Entretanto não foi encontrada nenhuma relação na literatura pesquisada sobre a supressão de vegetação ciliar e aumento da incidência de sólidos voláteis.

De forma a melhor representar as diferenças entre os dois pontos de coleta estabelecidos foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) para cada ponto. A análise de ambos os pontos de coleta resultou em 7 autovalores, sendo que 1 foi desconsiderado por não apresentar relevância na variância dos dados. Dos 6 autovalores restantes, foram considerados 2 relevantes para o ponto de coleta 1 e três relevantes para o ponto de coleta 2. A relevância foi determinada pelo critério de Kaiser (KAISER, 1958 *apud* MOURA *et al.*, 2010), que sugere a utilização de autovalores maiores que 1. Os autovalores selecionados resultaram em respectivos componentes principais, representativos de 64,767% da variância dos dados para o ponto 1 e 76,495% da variância dos dados do ponto 2. Foi utilizada a abordagem rotacional Varimax, de forma a maximizar a simplificação das cargas fatoriais e facilitar a interpretação (HAIR *et al.*, 1998). As cargas fatoriais, autovalores e variâncias de cada componente, para os pontos 1 e 2 podem ser verificadas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 5. Cargas fatoriais, autovalores e variância nas 2 primeiras componentes principais do ponto de coleta 1 do córrego Lavapés – Sorocaba/SP.

| | PC1 | PC2 |
|--------------------------------|---------------|--------------|
| Oxigênio Dissolvido | -0,541 | 0,437 |
| Sólidos Totais | 0,715 | 0,641 |
| Sólidos Fixos Totais | 0,066 | 0,814 |
| Sólidos Voláteis Totais | 0,856 | 0,082 |
| pH | -0,735 | 0,039 |
| Temperatura | -0,085 | 0,695 |
| Condutividade | 0,584 | 0,592 |
| Autovalor | 2,891 | 1,643 |
| Variância (%) | 34,685 | 30,082 |
| Variância acumulada (%) | 34,685 | 64,767 |

Tabela 6. Cargas fatoriais, autovalores e variância nas 3 primeiras componentes principais do ponto de coleta 2 do córrego Lavapés – Sorocaba/SP.

| | PC1 | PC2 | PC3 |
|--------------------------------|--------------|--------------|---------------|
| Oxigênio Dissolvido | 0,130 | 0,798 | -0,117 |
| Sólidos Totais | 0,949 | 0,025 | -0,068 |
| Sólidos Fixos Totais | -0,286 | 0,010 | -0,854 |
| Sólidos Voláteis Totais | 0,895 | 0,014 | 0,423 |
| pH | -0,244 | 0,850 | 0,141 |
| Temperatura | 0,092 | 0,085 | -0,812 |
| Condutividade | 0,395 | 0,540 | -0,252 |
| Autovalor | 2,227 | 1,816 | 1,312 |
| Variância (%) | 28,912 | 23,710 | 23,873 |
| Variância acumulada (%) | 28,912 | 52,622 | 76,495 |

Como primeiro aspecto observado percebe-se que o ponto 1 é melhor caracterizado por duas componentes principais, enquanto que o ponto 2 é caracterizado por três componentes principais. Isso indica uma diferenciação da inter-relação das variáveis de qualidade nos dois pontos de coleta.

A primeira componente principal do ponto de coleta 1 representa 34,685% da variância total dos dados e tem uma associação positiva representada pelas variáveis sólidos totais, sólidos voláteis e condutividade, e uma associação negativa representada pelas variáveis oxigênio dissolvido e pH,

sugerindo que o aumento de sólidos voláteis (que representam grande parte dos sólidos orgânicos do corpo d'água, segundo Von Sperling (2005)) indicam aumento de matéria orgânica e conseqüente queda no teor de oxigênio dissolvido. A segunda componente principal, do mesmo ponto, representa 30,082% da variância total dos dados e tem associação positiva com as variáveis sólidos totais, sólidos fixos, temperatura e condutividade. É possível observar que os sólidos totais e a condutividade fazem parte dos dois componentes, evidenciando sua relação tanto com sólidos voláteis como com sólidos fixos.

A primeira componente principal do ponto 2 representa 28,912% da variância total dos dados deste ponto. A associação positiva dessa componente principal é representada pelas variáveis sólidos totais e sólidos voláteis. A segunda componente principal do referido ponto representa 23,71% da variância dos dados e tem associação positiva com as variáveis oxigênio dissolvido, pH e condutividade. Por fim a terceira componente principal representa 23,873% da variância total dos dados e é tem associação negativa com os sólidos fixos e a temperatura.

Pode-se observar que as relações apresentadas para o ponto 1 e ponto 2 são diferentes, sendo que as relações dos sólidos voláteis com oxigênio dissolvido são presentes no ponto 1 e indicam queda na qualidade de água de um ponto para outro.

Para uma verificação mais detalhada dos dados e considerando as indicações de Moita Neto e Moita (1998), foram construídos dois gráficos, um para cada ponto de coleta, da primeira componente principal versus a segunda componente principal, pois o mesmo fornece uma janela estatisticamente privilegiada para observação dos pontos. Nos gráficos (Figuras 5 e 6) estão plotados os escores e cargas fatoriais obtidos na análise.

Na análise da Figura 5 é possível observar que a componente principal F2 caracteriza a sazonalidade das variáveis do ponto 1, sendo que os valores positivos (parte superior do gráfico) representam a maior parte das coletas realizadas no período chuvoso (outubro-dezembro/2009 e janeiro-março/2010), enquanto que os valores negativos (parte inferior do gráfico) estão representadas a maior parte das coletadas do período seco (agrupamento número 4).

Também é possível observar três outros agrupamentos. O número 1 diz respeito à coleta com maior valor de oxigênio dissolvido. O agrupamento número 2 representa a coleta de janeiro de 2010 onde os valores de sólidos totais e condutividade apresentaram seu máximo, relacionados à alta incidência chuvosa do mês em questão e confirmando o observado na Figura 3. Por fim o agrupamento número 3 diz respeito ao *outlier* apresentado na Figura 4, da coleta de julho de 2009, onde a quantidade de sólidos voláteis totais chegou próxima ao dobro da média dos mesmo.

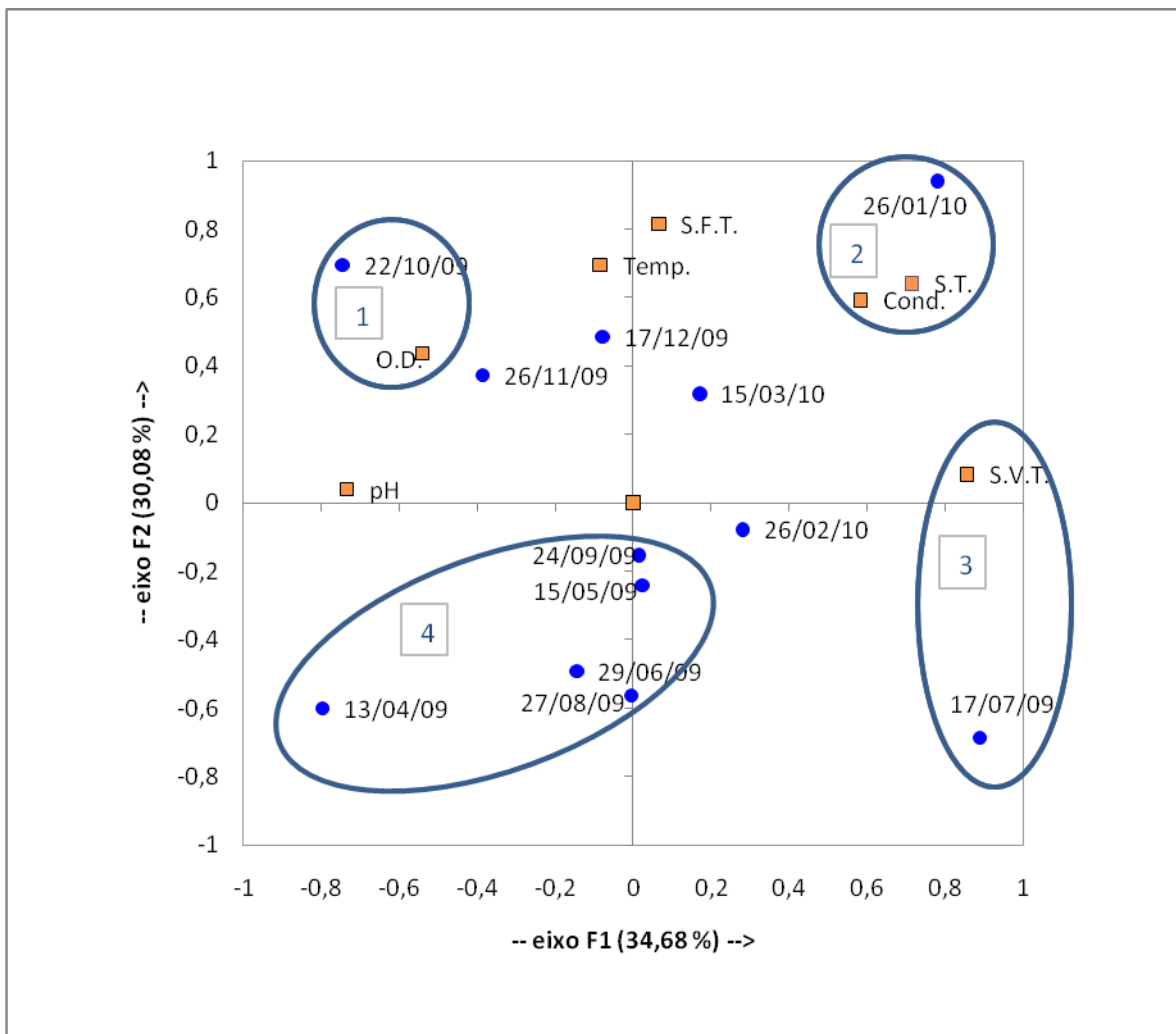


Figura 5. Gráfico biplot de escores e cargas fatoriais para as duas primeiras componentes principais do ponto de amostragem 1 no córrego Lavapés – Sorocaba/SP.

O gráfico relativo ao ponto 2 (Figura 6) apresenta algumas características semelhantes ao do ponto 1. Os altos valores de oxigênio dissolvido se repetem na coleta de outubro de 2010 (agrupamento número 1). A coleta de julho de 2009 também apresenta altos valores de sólidos voláteis totais, conforme também foi observado na figura número 2, além de apresentar alta relação com os sólidos totais (agrupamento número 3).

O agrupamento número 2 mostra que as coletas que mais contribuem para a variância da condutividade são as de novembro e dezembro de 2009. Apesar de não seguir a tendência do ponto 1, também são relacionadas ao período chuvoso. Por fim, percebe-se que a componente F1 é a que melhor caracteriza a sazonalidade da amostra, sendo que os pontos positivos (lado direito do gráfico) representam a maior parte das amostras do período chuvoso, enquanto que os pontos negativos (lado esquerdo do gráfico) representam a maior parte das amostras do período seco (agrupamento número 4).

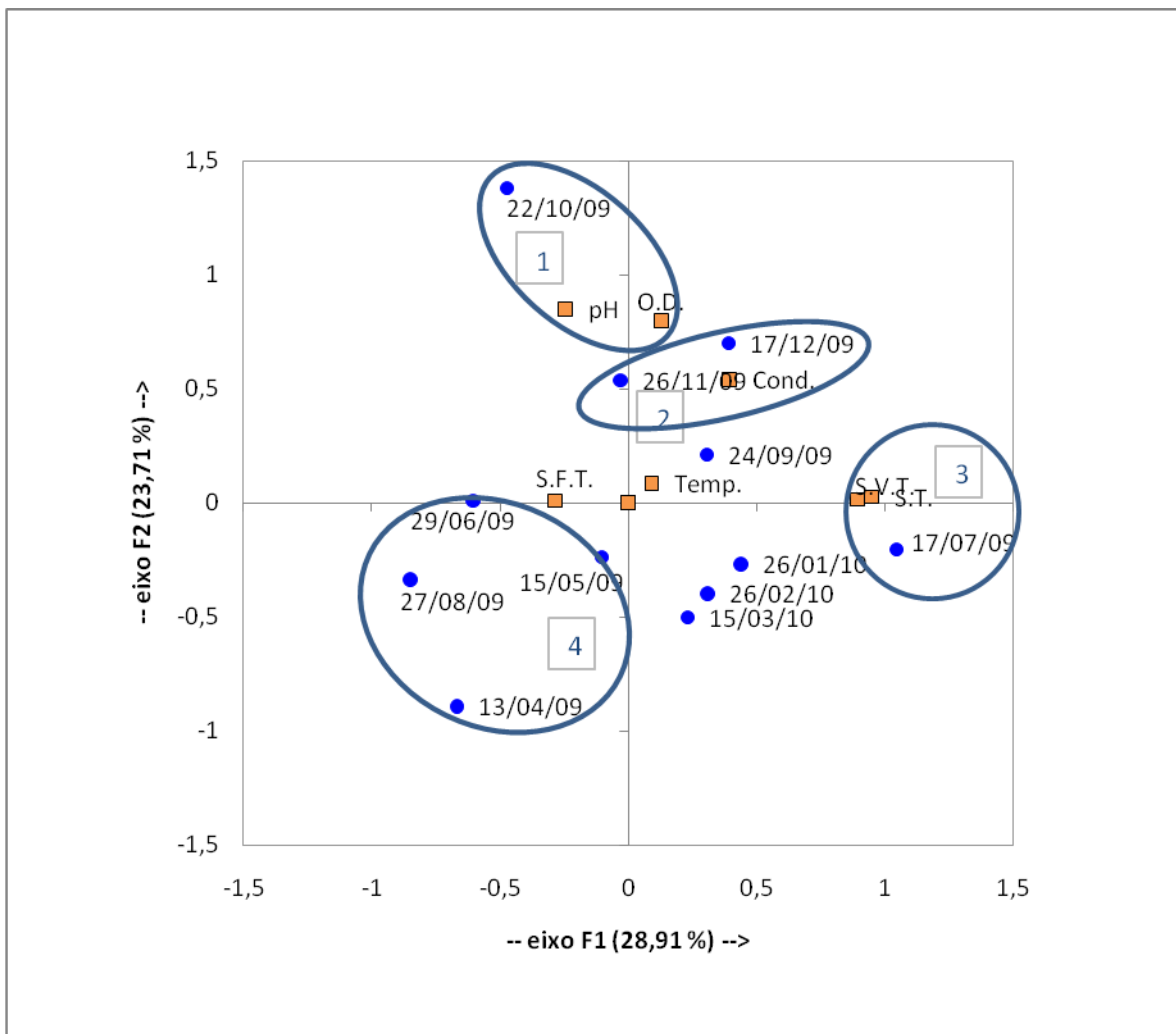


Figura 6. Gráfico biplot de escores e cargas fatoriais para as duas primeiras componentes principais do ponto de amostragem 2 no córrego Lavapés – Sorocaba/SP.

De forma geral é possível perceber, a partir da observação dos gráficos biplot, que alterações no ponto 2 (próximo à nascente) são carregadas e mantidas no ponto 1. Entretanto há uma relação inversa mais acentuada entre o oxigênio dissolvido e os sólidos voláteis no ponto 1, sugerindo novamente uma correlação negativa e maior incidência de matéria orgânica nesse ponto. Em ambos os casos, a qualidade do período seco é mais próxima e constante (à exceção da coleta de julho de 2009) do que o período chuvoso, quando as observações aparecem mais difusas do gráfico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas em amostras de água do córrego Lavapés (Sorocaba/SP) evidenciam a queda da qualidade de água de um ponto estabelecido próximo à nascente em relação àquele localizado próximo à foz do curso d'água. Visto que o córrego Lavapés deságua no rio Sorocaba, que sofre intenso processo de degradação, é aconselhável que se tomem medidas para evitar a

queda excessiva de qualidade do córrego como uma medida paliativa para a melhora de qualidade de água do corpo receptor.

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, nº 2009/02534-7 e nº 2009/11726-7 aos autores.

BIBLIOGRAFIA

ADDINSOFT (2010) *XLStat 2010*. Copyright © Addinsoft.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION) (1985). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 15.ed. New.York: APHA.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. (2003). “Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d’água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 8 (2), pp. 161-171.

BOTELHO, C. G.; CAMPOS, C. M. VALLE, R. H. P. (2001). *Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: Água*. Lavras: UFLA/FAEPE.

CARVALHO, C. F.; FERREIRA, A. L.; STAPELFELDT, F. (2004). “Qualidade das águas do ribeirão Ubá - MG”. *Revista Escola de Minas, Ouro Preto*, 57(3), pp.165-172.

CETESB (1987). *Guia de coleta e preservação de amostras de água*. 1ª ed. São Paulo: CETESB.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) “Resolução CONAMA n. 357: classificação das águas do território nacional”. Brasília: Imprensa Oficial.

CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, R.; SARDINHA, D. S.; SOUZA, A. D. G.; SINELLI, O. (2009). “Hidrogeoquímica do aquífero Guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP)”. *Geociências*, 28 (1), pp. 65-77.

DANELON, O. M.; MOREIRA-NORDEMANN, L. M. (1991). “Ocorrência natural e antropogênica de Cr^- , Na^+ , NO_3^- , NH_4^+ e SO_4^{2-} na bacia do rio Quilombo – (Cubatão – SP)”. *Revista Brasileira de Geociências*, 21 (1), pp. 96-101.

HAIR, J.F.; TATHAM, R.L.; ANDERSON, R.E.; BLACK, W. (1998). *Análise Multivariada de Dados*. Bookman Porto Alegre – RS, 688p.

KAISER, H. F. (1958). “The Varimax Criterion for Analytic Rotation in Factor Analysis”. *Psychometrika*, 23, pp. 187-200.

- LEMKE-DE-CASTRO, M., LIMA, J. (2010). “*Influência da cidade de Piracanjuba-GO sobre a qualidade da água do córrego dos Açudes*”. Global science and technology, Rio Verde, 3 (2).
- MICROSOFT CORPORATION (2006). **Excel 2007**. Copyright © Microsoft Corporation.
- MOITA NETO, J. M.; MOITA, G. C. (1998). “*Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados*”. Química Nova 21 (4), PP. 467 – 469.
- MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. (2010). “*A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: bacia do Gama – Distrito Federal*”. Química Nova, 33 (1), pp. 97-103.
- NASCIMENTO, S., BARBOSA, J. (2005). “*Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do rio Lucaia, Salvador, Bahia*”. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 35.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. T. (2005). *Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-Químicos*. São Paulo: ABES.
- POLETO, C. (2003). “*Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira – S.P*”. Ilha Solteira, 2003, 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil/UNESP.
- PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C.; OLIVEIRA, H. T. (2002). “*Water quality of the Canchim’s creek watershed in São Carlos, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities*”. Brazilian Archives of Biology and Technology, 45 (20), pp.209-217.
- RUMP, H. H. (1999) *Laboratory Manual for the Examination of Water, Waste Water and Soil*. 3ª edição, Weinheim: WILEY-VCH.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. (2007). “*Hydrossedimentological dynamic on Água Fria watershed*”. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50 (5), pp.861-870.
- SILVA, A. M., SCHULZ, H. E., CAMARGO, P. B. (2007). “*Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas*”. 2ª ed. São Carlos: Editora Rima.
- SOUZA, A. D. G.; TUNDISI, J. G. (2000). “*Hidrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré-Guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil*”. Revista Brasileira de Biologia, 60 (4), pp.563-570.
- TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. (2002). “*Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano*”. Scientia Agricola, 69 (1), pp. 181-188.
- TUCCI, C. E. M. (1997). *Água no meio urbano*. Porto Alegre: UFRS.
- URBAN, R. C. (2011). “*Fragilidade ambiental, qualidades do solo, da água e ocupação urbana na microbacia do córrego Lavapés - Sorocaba/SP*”. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Curso Intercampi, UNESP, Sorocaba.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FIORAVANTE, C. D.; MAURO, F.; LIMA, R. C.
“*Diagnóstico da microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis – SP para fins de irrigação*”. In: Anais do XII Congresso Nacional De Irrigação e Drenagem, Juazeiro, 2003.

VON SPERLING, M. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. UFMG Belo Horizonte – MG, 452p.