

IV-045 - INFLUÊNCIA DA VAZÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA SEÇÃO DO RIO CAMBORIÚ (SANTA CATARINA)

Iria Sartor Araujo⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisadora da Epagri-Ciram.

Everton Blainski

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutor em solos e nutrição de plantas, com ênfase em física do solo pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Pesquisador da Epagri-Ciram.

Luis Hamilton Pospissil Garbossa

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). Pesquisador da Epagri-Ciram.

Endereço⁽¹⁾: Rua Admar Gonzaga, 1347 - Itacorubi - Fpolis - SC - Brasil - Tel: (48) 3665-5151 - e-mail: iriaaraujo@epagri.sc.br

RESUMO

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos. A contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública. O objetivo do trabalho foi monitorar quali-quantitativamente uma seção do Rio Camboriú e avaliar a relação entre a vazão e as variáveis estudadas (condutividade, OD, pH, nitrato, turbidez e concentração de sólidos suspensos calculada). A bacia hidrográfica do rio Camboriú está localizada no litoral norte do estado de Santa Catarina e concentra uma das maiores áreas turísticas do Estado. O monitoramento da qualidade da água foi efetuado através da utilização de uma sonda multiparamétrica, instalada juntamente com a estação de medição de nível de rio, localizada próxima da foz de água doce do Rio Camboriú, o qual é utilizado para captação de água para abastecimento público. Na estação hidrológica foi instalada sonda multiparamétrica com cinco sensores: condutividade, OD, pH, turbidez e nitrato. Foi instalado um sensor de nível piezométrico. Foram efetuadas campanhas de medição de vazão, para a construção da curva-chave, utilizando um velocímetro acústico Doppler. Coletas pontuais da água foram realizadas na seção, para analisar os sólidos suspensos totais e posterior construção da curva de correlação entre a turbidez e a concentração de sólidos. Com base no trabalho realizado, concluiu-se que durante o monitoramento: a vazão prioritária ficou entre 2 e 10 m³ s⁻¹; a turbidez correspondente alcançou valores de até 91,3 NTU em 48,3% das medições da sonda e a carga de sólidos suspensos calculada atingiu valores de 50 ton dia⁻¹; os valores de nitrato ficaram acima do limite da legislação em algumas medições da sonda, porém a maior frequência observada na concentração foi entre 4 e 6 mg L⁻¹; a matriz de correlação evidenciou que a vazão interfere na qualidade da água do rio Camboriú, sendo que houve correlação significativa com todas as variáveis, principalmente: pH (-0,47); condutividade (-0,77); carga de sólidos suspensos (0,84) e carga de nitrato (0,80). De forma geral, quando a vazão se eleva ocorre a diminuição do pH e dos sais dissolvidos (representados pela condutividade) e aumentam os sólidos suspensos e o nitrato, caracterizando o carreamento de poluentes (solo e nutrientes) para a água do rio por escoamento superficial após chuvas intensas.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento, nitrato, sólidos suspensos.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico agrícola do Brasil tem sido, nas últimas décadas, caracterizado pelo uso intensivo dos recursos naturais sem o devido planejamento o que, aliado às características de solo e clima, promoveu grandes perdas de solo por erosão. As consequências desses fatores são o carreamento de grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso,



contribuindo significativamente com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água dos mananciais (VANZELA et al., 2010).

Os rios são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes, que em princípio formam as bacias hídricas. A complexidade destes sistemas lóticos deve-se ao uso da terra, geologia, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais (TOLEDO e NICOLELLA, 2002). As interações entre as diversas variáveis mensuradas em uma amostra de água constitui no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (HARMANCIOGLU et al., 1998).

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES et al., 2012).

O comportamento da qualidade da água reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica, sendo assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana (SOUZA E GASTALDINI, 2014).

A carga representa a quantidade dos contaminantes transportados através de uma seção de controle. A avaliação das cargas anuais em um sistema hidrológico é requerida no processo de gestão dos constituintes presentes na água (PINHEIRO E DESCHAMPS, 2008).

Os cálculos das cargas médias diárias obtidos por regressão estatística, a partir de dados de vazão média diária obtidos no campo, mostram-se apropriados para avaliação preliminar da relação entre carga pontual e difusa e caracteriza a dependência entre a magnitude das cargas de nutrientes e a magnitude do escoamento superficial gerado pela chuva (MANSOR et al, 2006).

Segundo Libanio et al. (2005), a contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento.

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005, que substitui a CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986, estabelece a qualidade ambiental desejada para as bacias hidrográficas em função de usos nelas exercidos, assim como o padrão de lançamento de efluentes válido para todo o território nacional.

O objetivo do trabalho foi monitorar quali-quantitativamente uma seção do Rio Camboriú e avaliar a relação entre a vazão e as variáveis estudadas (condutividade, OD, pH, nitrato, turbidez e concentração de sólidos suspensos calculada).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú que está localizada no litoral norte do estado de Santa Catarina e concentra uma das maiores áreas turísticas do estado e está inserida na Região Hidrográfica Atlântico Sul, segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

A bacia do rio Camboriú é um conjunto intermunicipal pertencente a dois municípios (Camboriú e Balneário Camboriú), onde ambos têm direitos sobre a água, abrangendo uma área de 199,8 km².

O município de Camboriú localiza-se a uma latitude 27°01'31'' ao sul e a uma longitude 48°39'16'' ao oeste, estando a uma altitude de 8m, com área territorial de 215 km². O município de Balneário Camboriú localiza-se a uma latitude 26°59'26'' ao sul e a uma longitude 48°38'05'' ao oeste, estando a uma altitude de 2m, com área territorial de 46 km².

A bacia do rio Camboriú é uma área constituída por um complexo hidrológico, onde os rios Camboriú, Canoas, Braço, Ribeirão dos Macacos e Pequeno formam a principal rede de drenagem da bacia (Figura 1).

O monitoramento da qualidade da água foi efetuado através da utilização de 01 sonda multiparamétrica, a qual foi instalada juntamente com a estação de medição de nível de rio, localizada no Rio Camboriú (P5), sendo este o último ponto a jusante sem influência de maré (Figura 1), o qual é utilizado para captação de água para abastecimento público. Essa sonda fixa coleta os dados horários continuamente, os quais são transmitidos de forma instantânea, via GPRS, e armazenados em uma base de dados (GARBOSSA et al, 2015).

No presente trabalho são apresentados os resultados do monitoramento contínuo e horário correspondente ao período entre junho e dezembro de 2015.

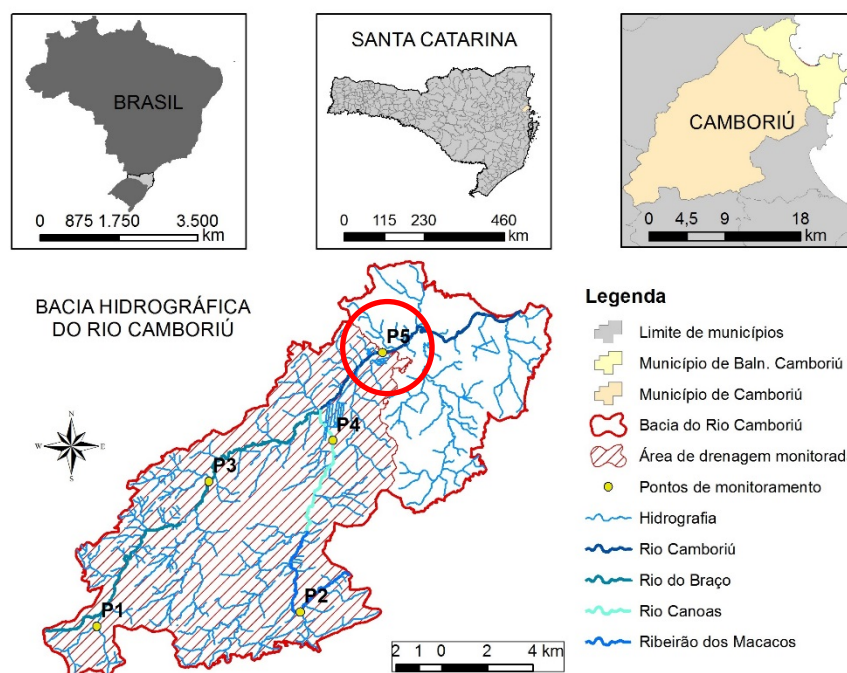


Figura 1: Hidrografia da Bacia do Rio Camboriú, SC e a localização do P5 (seção onde se encontra o sensor de nível e a sonda multiparamétrica)

A sonda multiparamétrica utilizada é da marca Hydrolab, modelo DS5. Foram instalados na sonda cinco sensores: condutividade, OD, pH, turbidez e nitrato. O sensor de nível piezométrico, com célula cerâmica, instalado na estação hidrológica é da marca OTT- Hydromet.

Foram efetuadas campanhas de medição de vazão, para a construção da curva-chave, utilizando o FlowTracker-ADV (Acoustic Doppler Velocimeter) da marca SONTEK, o qual faz o cálculo automático de vazão, utilizando uma variedade de métodos analíticos internacionais, incluindo as normas ISO e USGS.

Coletas pontuais da água foram realizadas na seção do P5, para posteriormente analisar, em laboratório, os sólidos suspensos totais, através do método gravimétrico (APHA,1998), para a construção da curva de correlação entre a turbidez, medida pela sonda multiparamétrica, e a concentração de sólidos estimada.

Foram feitos os histogramas da distribuição dos valores dos parâmetros estudados e a Matriz de Correlação de Pearson de todas as variáveis apresentadas através da utilização do software Statistica®7.0.

RESULTADOS

Os resultados apresentados neste estudo são parciais e correspondem a parte do monitoramento, o qual deverá ocorrer até junho de 2016. Após as medições de vazão (flow tracker) e monitoramento horário do nível do rio Camboriú na seção P5 (sensor de nível piezométrico), foi construída a curva-chave e determinada a seguinte equação:

$$\text{Vazão (m}^3 \text{ s}^{-1}) = [0.138 \times \text{Nível do rio (cm)}] - 10,364 \quad \text{Eq.1}$$

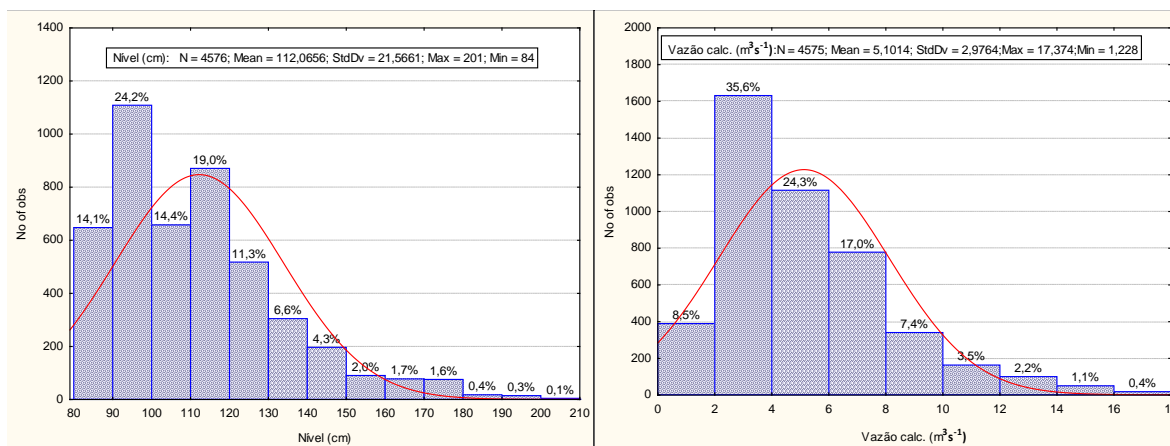


Figura 2: Histogramas mostrando a distribuição dos valores de Nível do rio (cm) e da Vazão (m³s⁻¹) calculada a partir da curva-chave.

Os valores mais frequentes de nível (Figura 2), durante o monitoramento horário do Rio Camboriú, permaneceram entre 90 e 100 cm (24,2%), ocorrendo picos eventuais entre 200 e 210 cm. A média foi de 112 cm, ao longo do monitoramento, com desvio padrão de 21,5 cm.

A vazão entre 2 e 4 m³ s⁻¹ ocorreu em 35,6% das observações, sendo que os valores máximos ficaram entre 16 e 18 m³ s⁻¹ (Figura 2). O valor médio da vazão foi de 5,1 m³ s⁻¹ e o desvio padrão foi de 2,9 m³ s⁻¹.

Através de coletas pontuais de amostras de água na seção P5 e análise laboratorial dos sólidos suspensos totais, foi construída a curva de correlação entre a turbidez, medida de forma horária pela sonda multiparamétrica, e a concentração de SST (sólidos suspensos totais). A seguir a equação encontrada:

$$\text{SST (mg L}^{-1}) = [0,6203 \times \text{Turbidez (NTU)}] + 55,4 \quad \text{Eq.2}$$

A concentração de SST (mg L⁻¹) foi transformada em carga (ton dia⁻¹) utilizando os valores de vazão calculada através da curva-chave. A distribuição dos valores de SST e da carga de sólidos durante o monitoramento é apresentada na Figura 3.

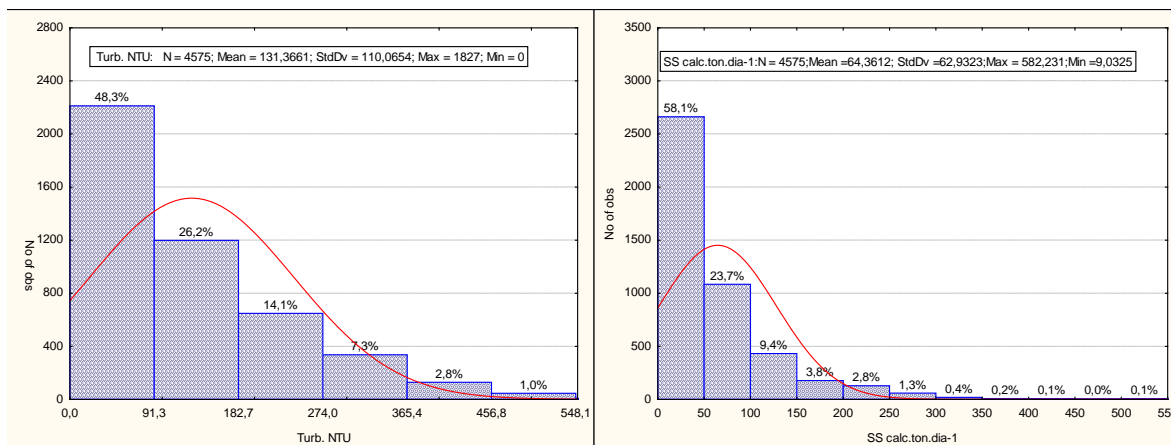


Figura 3: Histogramas mostrando a distribuição dos valores de Turbidez (NTU) e da Carga de SST (ton dia⁻¹) calculada

Conforme a Figura 3, quase metade dos valores de turbidez, medida de forma horária, permaneceu na faixa entre 0 e 91,3 mg L⁻¹, alcançando valores máximos entre 456,8 e 548,1 mg L⁻¹. A carga de sólidos ocorreu com mais frequência entre 0 e 50 ton dia⁻¹, correspondendo a aproximadamente 60% das observações. Ocorreram picos esporádicos de carga de sólidos, alcançando valores entre 500 e 550 ton dia⁻¹.

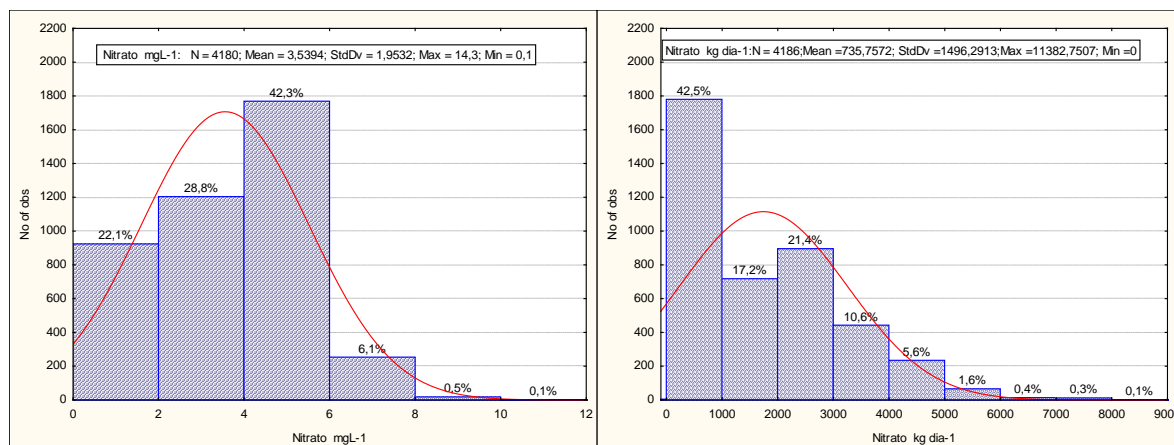


Figura 4: Histogramas mostrando a distribuição das Concentrações de Nitrato (mg L⁻¹) e da Carga de nitrato (kg dia⁻¹) calculada

Os valores mais frequentes de nitrato (Figura 4) ocorreram entre 4 e 6 mg L⁻¹, correspondendo a 42,3% das observações, portanto abaixo do limite previsto na resolução CONAMA 357, que é de 10 mg L⁻¹ (rios de Classe 2). Porém ocorreram, em 0,1% das amostras, valores acima de 10 mg L⁻¹, correspondendo a 418 eventos.

A faixa da carga de nitrato mais frequente, durante o monitoramento, foi de 0 e 1.000 kg dia⁻¹, correspondendo a 42,5% das ocorrências, sendo que o valor máximo chegou a 9.000 kg dia⁻¹. A faixa entre 0 e 4.000 kg dia⁻¹ somou 91,7% das ocorrências.

A Tabela 1 mostra a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas. Verifica-se que a vazão calculada, através da curva-chave, apresentou correlação significativa com todas as variáveis estudadas.

A vazão apresentou correlação negativa com o pH e com a condutividade e positiva com o restante das variáveis. As correlações mais fortes ocorreram entre a vazão e a carga de sólidos suspensos (0,84) e carga de nitrato (0,80), e também com a condutividade (-0,77).

Portanto, conforme a vazão aumenta, há elevação da turbidez, da concentração e carga de sólidos suspensos e nitrato e redução de sólidos dissolvidos (representados pela condutividade) e do pH. Além disso, há um incremento na concentração de OD, provavelmente pelo aumento do regime turbulento no rio, quando a vazão está mais elevada.

Tabela 1: Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas.

| | Vazão calc. (m ³ s ⁻¹) | OD (mgL ⁻¹) | SST calc. (mgL ⁻¹) | Nitrato (mgL ⁻¹) | pH | Condutividade (μS cm ⁻²) | Carga SST calc. (ton.dia ⁻¹) | Carga Nitrato (kg dia ⁻¹) | Turbidez (NTU) |
|---|--|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|---|--|---|-------------------|
| Vazão calc. (m ³ s ⁻¹) | 1,00 | | | | | | | | |
| OD (mgL ⁻¹) | 0,17 | 1,00 | | | | | | | |
| SS calc. (mgL ⁻¹) | 0,31 | -0,05 | 1,00 | | | | | | |
| Nitrato (mgL ⁻¹) | 0,35 | 0,21 | -0,39 | 1,00 | | | | | |
| pH | -0,47 | 0,20 | -0,24 | 0,01 | 1,00 | | | | |
| Condutividade (μS cm ⁻²) | -0,77 | -0,38 | -0,21 | -0,28 | 0,02 | 1,00 | | | |
| Carga SST calc. (ton.dia ⁻¹) | 0,84 | 0,10 | 0,68 | 0,04 | -0,34 | -0,68 | 1,00 | | |
| Carga Nitrato (kg dia ⁻¹) | 0,80 | 0,18 | -0,01 | 0,77 | -0,33 | -0,55 | 0,52 | 1,00 | |
| Turbidez (NTU) | 0,35 | -0,07 | 1,00 | -0,47 | -0,66 | -0,06 | 0,70 | -0,12 | 1,00 |

* Valores negritados: correlações significativas ao nível de 5% de significância

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que durante o monitoramento:

- 71,1% do tempo avaliado o nível do rio permaneceu entre 80 e 120 cm e a vazão entre 2 e 10 m³ s⁻¹ foi prioritária (76,9%);
- Os valores de turbidez foram de até 91,3 NTU em 48,3% das medições da sonda e a carga de sólidos suspensos totais calculada até 50 ton dia⁻¹ foi a mais frequente (58,1%);
- A seção monitorada do Rio Camboriú apresentou valores de nitrato acima do limite segundo a Res. CONAMA 357/2005 (> 10 mg L⁻¹) em algumas medições da sonda, porém a maior frequência observada na concentração foi entre 4 e 6 mg L⁻¹(42,3%);
- A matriz de correlação evidenciou que a vazão interfere na qualidade da água do rio Camboriú, sendo que houve correlação significativa com todas as variáveis, principalmente: pH (-0,47); condutividade (-0,77); carga de sólidos suspensos totais (0,84) e carga de nitrato (0,80);
- Portanto, de forma geral, quando a vazão se eleva ocorre a diminuição do pH e dos sólidos dissolvidos (representados pela condutividade) e aumenta os sólidos suspensos e o nitrato, caracterizando o carreamento de poluentes (solo e nutrientes) para a água do rio por escoamento superficial após chuvas intensas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. APHA Washington, 937p.
2. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA N°357, de Março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12 de setembro de 2013.
3. GARBOSSA, L.H.P.; VANZ, A.; BLAINSKI, E.; ANTUNES, E.N. Monitoramento on-line da qualidade da água com uso de sondas multiparâmetros. Agropecuária Catarinense, v. 28, n. 2, p.38-40, 2015.
4. GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do rio Pombo, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.16, p.558-563, 2012.
5. HARMANCIOGLU, N.B.; OZKUL, S.A.; ALPASLAN, M.N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. (Ed.). Environmental data management. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 61-100. Water Science Technology Library, 27.
6. IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2010.
7. LIBANIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.
8. MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma subbacia do Rio Jaguari, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.3, p.715-723, 2006.
9. PINHEIRO, A.; DESCHAMPS, F. C. Transporte de ortofosfato e de nitrato na Microbacia do Ribeirão Fortuna, SC. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, p. 318-325, 2008.
10. SOUZA, M.M.; GASTALDINI, M.C.C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n.3, p. 263-274, 2014.
11. TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. Scientia Agrícola, v.59, n.1, p.181-186, jan/mar. 2002.
12. VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.55-64, 2010.