IV-041 - QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA MICROBACIA PRODUTORA DE SUÍNOS LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE, SC

Iria Sartor Araujo[(1)]
Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual de Santa Catarina. Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas. Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.
Denilson Dortzbach[(2)]
Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.
Everton Blainski[(3)]
Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Maringá. Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, com Ênfase em Física do Solo, pela Universidade Estadual de Maringá. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, com Ênfase em Física do Solo, pela Universidade Estadual de Maringá. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.
Luis Hamilton Pospissil Garbossa[(4)]
Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlo. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.
Adilson Pinheiro[(5)]
Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Física e Química Ambiental pelo Institut National Polytechnique de Toulouse. Pós-doutor pelo Institut de Mécaniques de Fluides de Toulouse e Cemagref. Professor do Departamento de Engenharia Civil da Fundação Universidade Regional de Blumenau.

Endereço[(1)]**:** Rodovia Admar Gonzaga, 1347 - Itacorubi - Florianópolis - SC - CEP: 88034-901 - Brasil - Tel: (48) – 3665-5151- e-mail: iriaaraujo@epagri.sc.gov.br

RESUMO

As alterações antrópicas ocorridas em uma microbacia hidrográfica podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade da água. No município de Braço do Norte, localizado na região sul de Santa Catarina, a suinocultura destaca-se como a atividade de maior expressão econômica. Os dejetos de suínos podem provocar a contaminação da rede hídrica, favorecendo a eutrofização. O objetivo deste estudo foi efetuar o monitoramento da qualidade da água em 03 pontos na microbacia do rio Coruja/Bonito (nascente - P1, ponto intermediário - P2 e foz - P3) localizada em Braço do Norte. Neste trabalho são avaliadas as concentrações de íons (cátions e ânions) na água do rio Coruja/Bonito através da utilização de cromatógrafo de troca iônica, modelo DIONEX® ICS-90. Os íons avaliados foram os seguintes: nitrito (NO_2^-); nitrato (NO_3^-); amônio (NH_4^+); fosfato (PO_4^{-3}); cloreto (Cl^-); brometo (Br^-); sulfato (SO_4^-); potássio, (K^+); cálcio (Ca^+); magnésio (Mg^+); sódio (Na^+); lítio (Li^+). A frequência de coleta das amostras de água foi mensal. As maiores concentrações de nitrito, nitrato, amônio, fosfato, brometo e potássio foram encontradas no P2 (ponto intermediário), onde existe maior adensamento das granjas produtoras de suínos. A foz do Rio Coruja/Bonito (P3) apresentou os maiores valores de sulfato, cálcio, magnésio e sódio, sendo que neste ponto a influência do esgoto doméstico proveniente da área urbana é maior. Os parâmetros que apresentaram concentrações acima do permitido pela resolução CONAMA 357/2005 foram os seguintes: nitrato (P2 = 27,5 mg L^{-1} e P3 = 24,2 mg L^{-1}) e fosfato (P1= 0,2 mg L^{-1}; P2= 0,9 mg L^{-1} e P3= 0,6 mg L^{-1}), sendo que os limites são de 10 mg L^{-1} para nitrato e 0,1 mg L^{-1} para fosfato. Verifica-se a influência antrópica na qualidade da água do rio Coruja/Bonito, elevando as concentrações de nutrientes conforme se aproxima da foz, mostrando a necessidade de monitoramento contínuo e controle de emissão de dejetos suínos e esgoto doméstico na rede hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Suinocultura, Poluição Hídrica, Cromatografia

INTRODUÇÃO

As alterações antrópicas ocorridas em uma microbacia hidrográfica podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade da água. A criação intensiva de suínos provoca a produção de grande volume de dejetos, o que pode degradar os recursos hídricos, caso não sejam tratados ou dispostos corretamente (MERTEN e MINELLA, 2002).

Embora os criadores de suínos efetuem investimentos significativos visando a eficiência produtiva, o mesmo não ocorre no controle da emissão de poluentes e no uso dos dejetos. A forma de armazenamento (esterqueiras) e de utilização (aplicação como fertilizante no solo), tradicionalmente empregada, evidencia um distanciamento das exigências da legislação ambiental (VIEIRA, 2006).

O município de Braço do Norte, localizado na região sul de Santa Catarina, possui cerca de 80% do total da área agrícola ocupada por propriedades com menos de 100 hectares, e a suinocultura destaca-se como a atividade de maior expressão econômica (HADLICH, 2004).

A elevada concentração de animais gera uma elevada produção de dejetos (que incluem urina, fezes, água utilizada no manejo e na limpeza das granjas), a qual implica em problemas para seu armazenamento e manejo, levando ao lançamento desses dejetos no solo e nos cursos d'água (OLIVEIRA, 1995; PERDOMO e LIMA, 1998).

A sub-bacia do rio Bonito/Coruja, localizada no município de Braço do Norte é uma região com significativa produção de suínos, o grande número de animais (capacidade instalada de 69.000) em sistema concentrado de criação, é responsável por uma produção de dejetos equivalente a 621 m³/dia. Estes fatores são responsáveis por uma série de problemas relacionados com a poluição hídrica, pois grande parte dos dejetos produzidos acaba alcançando os cursos d'água da região (SANTA CATARINA, 2000).

Os dejetos de suínos provocam na água aumento na demanda de oxigênio, elevam os níveis de fosfatos e de nitratos, favorecendo a eutrofização, mau cheiro e gosto desagradável (VOTTO, 1999; OLIVEIRA,1993).

O objetivo deste trabalho foi efetuar o monitoramento da qualidade da água em 03 pontos na microbacia do rio Coruja/Bonito (nascente, ponto intermediário e foz).

MATERIAIS E MÉTODOS

A qualidade da água foi monitorada na microbacia do rio Coruja/Bonito, localizada no município de Braço do Norte, região sul do Estado de Santa Catarina, Brasil.

A área total da microbacia do rio Coruja/Bonito é de 52 km², a altitude máxima é 540 m e a mínima 40 m e localiza-se na parte sudeste-leste do município de Braço do Norte (HADLICH, 2004).

As nascentes do rio Coruja situam-se próximo à comunidade de Pinheiral, e o rio segue atravessando grande faixa da área rural do município; sendo que próximo à foz, onde já é chamado de rio Bonito, alcança o perímetro urbano (HADLICH e SCHEIBE, 2007).

Na Figura 1 observa-se a localização dos 03 pontos de monitoramento na microbacia do rio Coruja/Bonito (nascente - P1, ponto intermediário - P2 e foz - P3).

Neste trabalho são avaliadas as concentrações de íons (cátions e ânions) na água do rio Coruja/Bonito através da utilização de cromatógrafo de troca iônica, modelo DIONEX® ICS-90.

Os íons avaliados foram os seguintes: nitrito (NO_2^-); nitrato (NO_3^-); amônio (NH_4^+); fosfato (PO_4^{-3}); cloreto (Cl^-); brometo (Br^-); sulfato (SO_4^-); potássio, (K^+); cálcio (Ca^+); magnésio (Mg^+); sódio (Na^+); lítio (Li^+). A frequência de coleta das amostras de água é mensal.

As análises foram feitas no laboratório de hidrologia ambiental (Universidade de Blumenau - FURB) e obedeceram aos procedimentos previstos no Standart Methods (APHA, 1998).

Figura 1: Pontos de monitoramento na microbacia do rio Coruja/Bonito (Braço do Norte, SC)

Os resultados das análises cromatográficas da água nos 3 pontos de coletas foram trabalhados através do software Statistica 7.0, calculando mediana, máximo, mínimo, out-liers e são apresentados através de diagramas de caixa (box-plot).

Neste trabalho são mostrados os resultados dos primeiros 08 meses de monitoramento, de um total de 18 meses, conforme previsto no projeto em execução, aprovado pelo CNPq.

RESULTADOS

Conforme a Portaria número 24 (SANTA CATARINA, 1979), a qual enquadra em classes os cursos d'água do Estado de Santa Catarina, todos os rios que não sejam mencionados nominalmente na mesma como Classe 1 ou 3 serão considerados de Classe 2, entre eles enquadra-se o Rio Coruja/Bonito, para fins de comparação com a resolução CONAMA 357/05 (CONAMA, 2005).

A distribuição dos valores dos 12 parâmetros, nos 03 pontos avaliados (P1- nascente; P2 - intermediário e P3 - foz), é apresentada nas Figuras 2 a 7.

As maiores concentrações de nitrito e de nitrato foram encontradas no P2, sendo que o valor mediano foi de 0,41 mg L^{-1} e 27,5 mg L^{-1}, respectivamente (Figura 2). O valor limítrofe para nitrito é de 1 mg L^{-1}, segundo CONAMA 357/2005, portanto todas as amostras apresentaram valores bem inferiores ao permitido, chegando ao valor máximo de 0,85 mg L^{-1} no P2.

Já para nitrato, as concentrações ficaram dentro do limite somente para a nascente (P1), sendo que os valores medianos foram elevados, tanto no P2 quanto no P3. Grande parte das amostras apresentaram valores superiores ao preconizado pela legislação (88% no P2 e 75% no P3).

Por ser uma forma oxidada, os nitratos originados de dejetos animais correspondem àqueles aplicados no solo ou àqueles que já sofreram oxidação em ambiente aerado. Sua elevada presença na água, até mais de três vezes o limite admitido para a Classe 2, corrobora com a afirmativa de que a adubação orgânica não é solução definitiva para a destinação de dejetos em áreas de grande produção suinícola (HADLICH e SHEIBE, 2007).

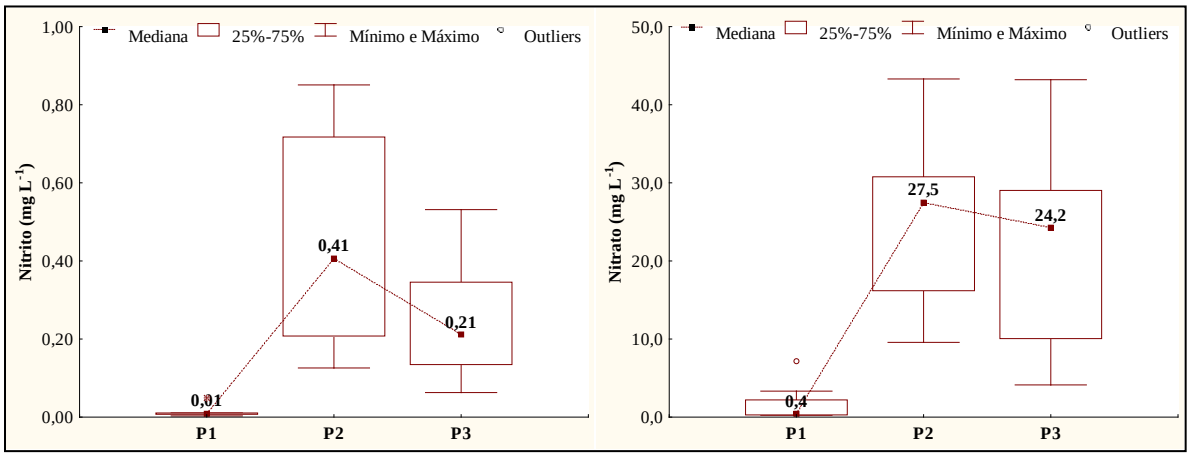

Figura 2: Distribuição dos dados de nitrito (mg L^{-1}) e nitrato (mg L^{-1}) nos 3 pontos de coleta

A Figura 3 mostra os resultados de amônio e fosfato nos 3 pontos de coleta. Os valores de amônio foram baixos, chegando ao máximo de 0,39 mg L^{-1} no P2, sendo que o máximo permitido é de 3,7 mg L^{-1} de nitrogênio amoniacal em pH menor ou igual a 7,5.

O fosfato apresentou valores medianos acima de 0,1 mg L^{-1}, nos 03 pontos monitorados, a qual é a concentração máxima permitida pela resolução CONAMA 357/2005 para fósforo total, mostrando o alto potencial de eutrofização, inclusive na nascente do Rio Coruja/Bonito.

A frequência na qual as amostras apresentaram concentrações de fosfato acima do permitido foi de 60% para o P1; 100% para o P2 e 88% para o P3.

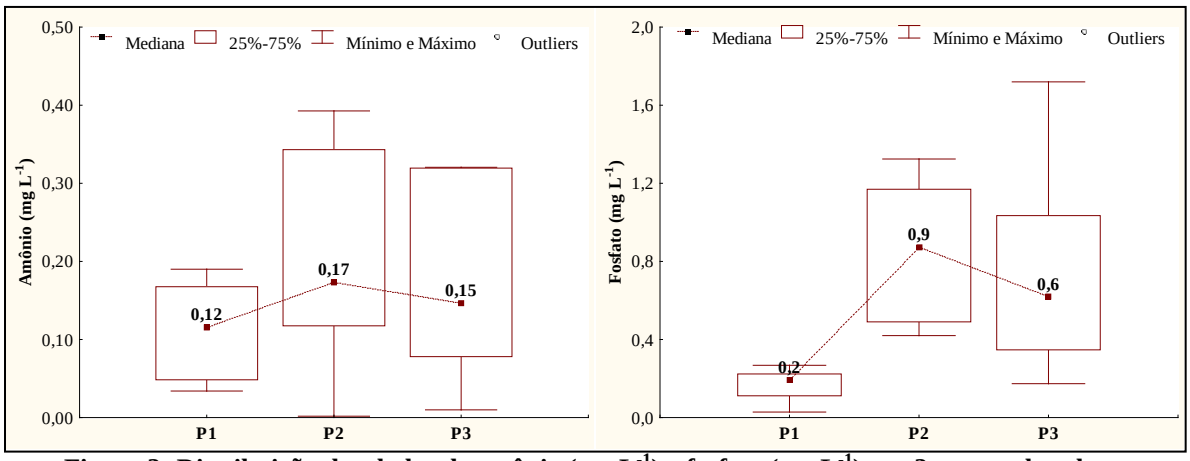

Figura 3: Distribuição dos dados de amônio (mg L^{-1}) e fosfato (mg L^{-1}) nos 3 pontos de coleta

Os valores de cloreto e brometo, nos 03 pontos de coleta, são apresentados na Figura 4. Os valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357/2005 para cloreto total é de 250 mg L^{-1} (rios de classe 1 e 2) e não há padrões previstos para brometo.

No P2 e no P3 ocorreram as maiores concentrações de cloreto, com valores medianos de 34,6 e 35,3 mg L^{-1}, respectivamente, porém muito inferiores ao limite permitido pela legislação. A nascente (P1) apresentou valores bem inferiores, com valor mediano de 7,5 mg L^{-1}, mostrando a influência antrópica, no aumento da contaminação por cloreto, a jusante da microbacia.

As concentrações medianas de brometo ficaram entre 0,2 a 0,9 mg L^{-1}, porém a presença de brometo em águas naturais é considerada um problema, caso as condições químicas permitam a oxidação a bromato (GONÇALVES et al., 2004), que é considerado um contaminante cancerígeno, mesmo em concentrações

baixas (abaixo de 10 µg L^{-1}), conforme à Organização Mundial de Saúde (OMS) para águas potáveis (WHO, 1996).

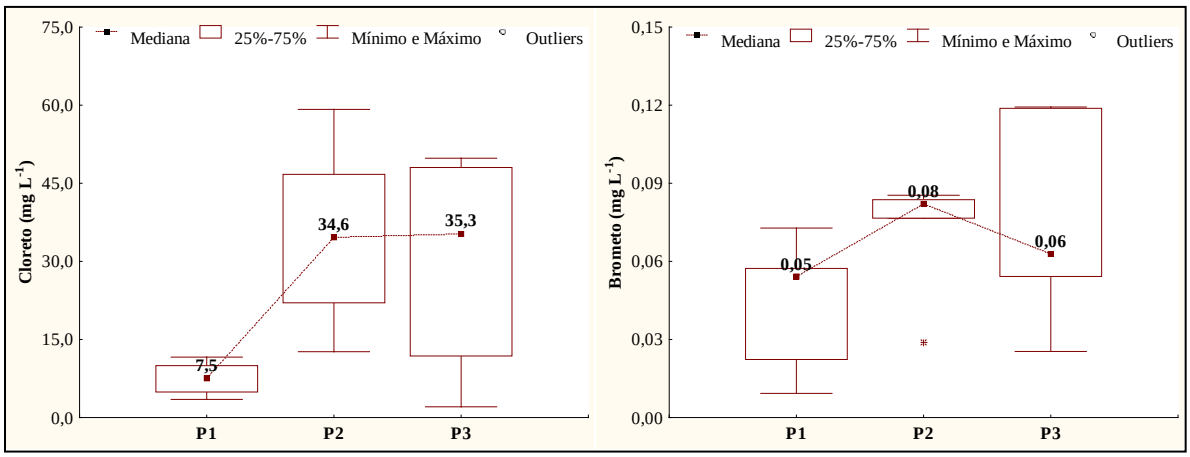

Figura 4: Distribuição dos dados de cloreto (mg L^{-1}) e brometo (mg L^{-1}) nos 3 pontos de coleta

O sulfato apresentou os valores mais elevados no P3 (Figura 5), alcançando o valor máximo de 7,34 mg L^{-1}, porém muito inferior ao permitido pela resolução CONAMA 357/2005, que é de 250 mg L^{-1} (Classe 1 e 2). Houve uma tendência de aumento nas concentrações nos pontos mais a jusante, sendo que o valor mediano no P1 (2,1 mg L^{-1}) foi a metade do encontrado no P3 (4,1 mg L^{-1}).

As concentrações mais elevadas de lítio ocorreram no P1 (nascente) e ficaram entre 0,001 e 0,004 mg L^{-1} (Figura 5), mesma condição encontrada por PROCHNOW et al. (2009). Em águas naturais, a concentração de lítio varia entre 0,1 e 2,0 µg L^{-1} (BOWEN, 1979), porém a legislação brasileira, através da Resolução CONAMA 357/05 estabelece para o lítio o limite de 2,5 mg L^{-1}.

A maior concentração de lítio no P1 se deve provavelmente à solubilização deste elemento presente naturalmente no solo. O lítio é encontrado no ambiente associado a minerais, especialmente como silicatos ou associado com a matéria orgânica (KRAUSKOPF, 1995).

Concentrações anômalas de lítio no ambiente podem ocorrer através da introdução direta por meio de descarte de pilhas e baterias ou indiretamente pela incorporação aos aqüíferos de espécies químicas que promovam a solubilização de fases minerais que contenham este metal, tais como a matéria orgânica e a diminuição do pH (LINDEN & REDDY, 2008).

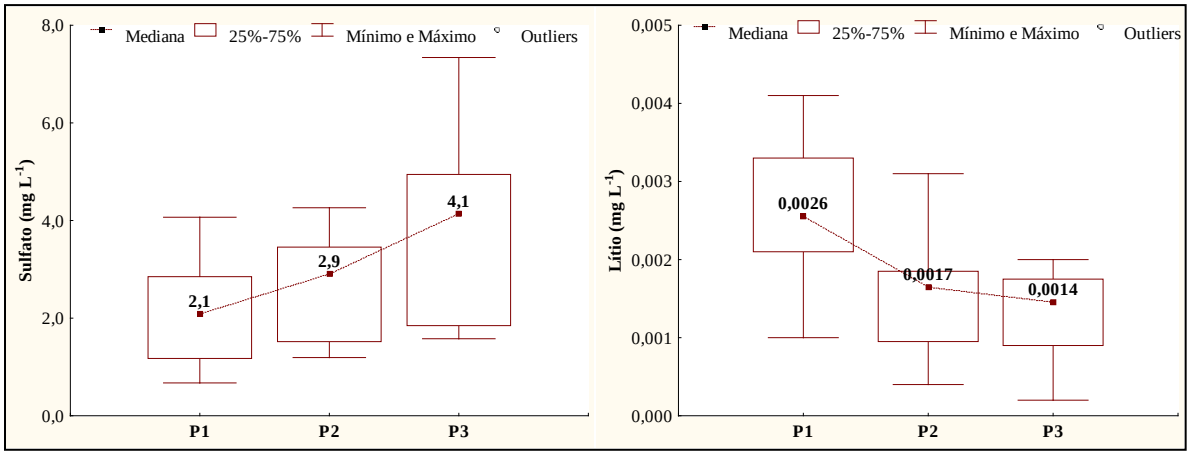

Figura 5: Distribuição dos dados de sulfato (mg L^{-1}) e lítio (mg L^{-1}) nos 3 pontos de coleta

As maiores concentrações de cálcio (entre 6,12 e 9,65 mg L^{-1}) e magnésio (entre 2,09 e 3,45 mg L^{-1}) foram encontradas no P3, mostrando que a ação antrópica provocou elevação destes íons ao longo da microbacia. Porém, não há restrições na legislação quanto a estes elementos na água, pois não constituem contaminantes que tragam danos à saúde.

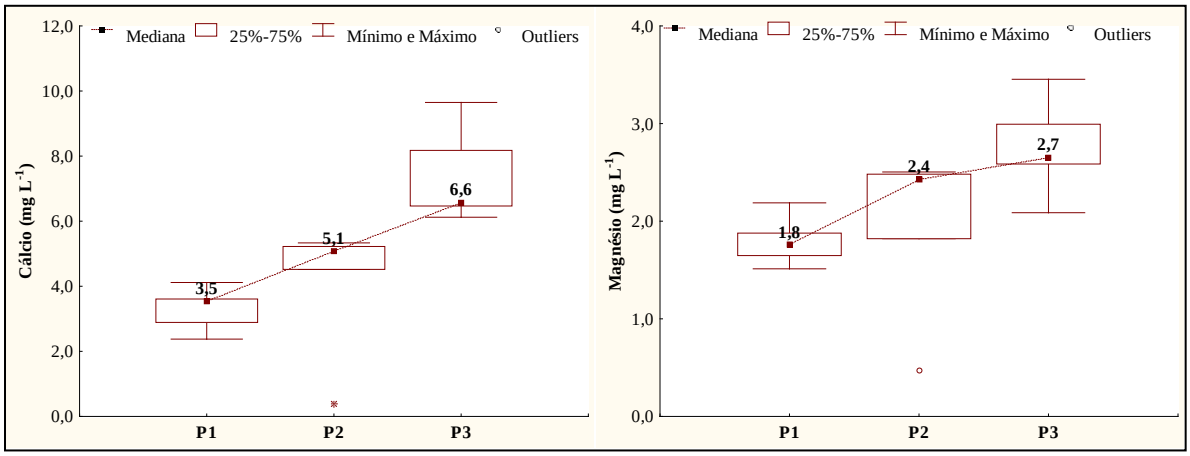

Figura 6: Distribuição dos dados de cálcio (mg L^{-1}) e magnésio (mg L^{-1}) nos 3 pontos de coleta

O sódio apresentou baixas concentrações em todas as amostras, sendo que as medianas foram de 3,2 mg L^{-1} para o P1, 6,6 mg L^{-1} para o P2 e 7,6 mg L^{-1} para o P3 (Figura 7).

A Agência de Proteção Ambiental Americana determina que o limite máximo para sódio nas águas potáveis é 200 mg L^{-1} (EPA, 2003; WHO, 1996). Em águas superficiais, a concentração de sódio é bastante variável (EPA, 2003), sendo que mesmo aquelas que recebem efluentes, têm níveis de sódio bem abaixo de 50 mg L^{-1} (CETESB, 2011).

O sódio é um contaminante ambiental amplamente ligado às atividades antrópicas, pois além dos resíduos domésticos e industriais, o esgoto também contém teores consideráveis de sódio, como produto de excreção fecal e urinária, constituindo vias de introdução direta deste no ambiente (PROCHNOW et al., 2009).

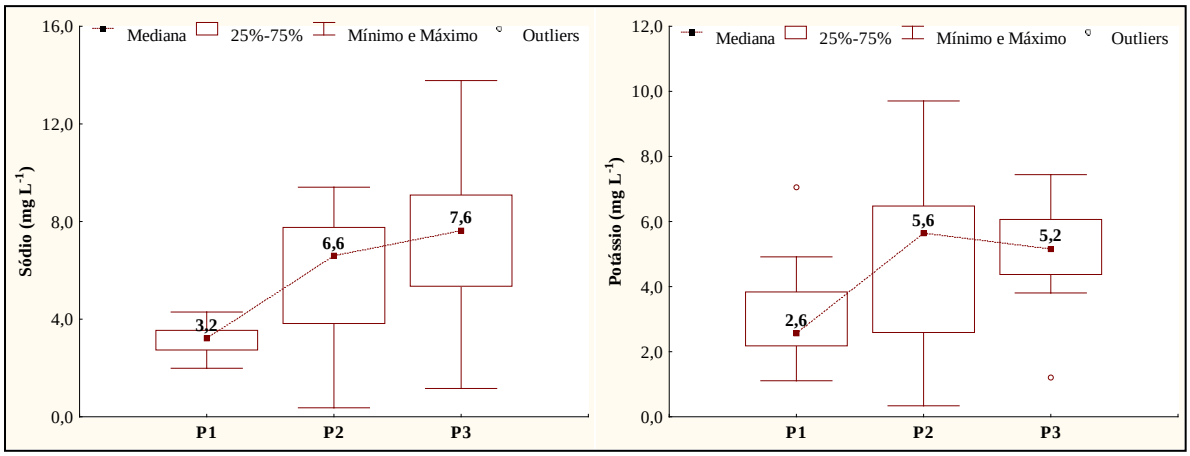

Figura 7: Distribuição dos dados de sódio (mg L^{-1}) e potássio (mg L^{-1}) nos 3 pontos de coleta

O potássio apresentou as maiores concentrações no P2 (Figura 7), atingindo o valor máximo de 9,71 mg L^{-1}. O valor mediano foi de 2,6 mg L^{-1} no P1 e de 5,2 mg L^{-1} no P3. De forma geral, os valores foram baixos, porém houve influência das ações antrópicas, pelo aumento da concentração ao longo da bacia. Em águas naturais, a concentração do sódio pode ficar entre 0,5 e 1,0 mg L^{-1} (ALLEN,1974).

O potássio está presente nas rochas e seu principal uso é na composição de fertilizantes, mas também é utilizado na produção de diversos sais comerciais, inclusive em rações para animais. O potássio regula, junto com o sódio, o equilíbrio da água nos organismos (KRAUSKOPF, 1995).

As alterações antrópicas das concentrações ambientais de potássio podem ocorrer por diversos mecanismos. A retirada da cobertura original do solo proporciona a lixiviação deste elemento e sua vazão direta para o meio aquático. A dissolução em meio ácido ou mediada por processos de complexação envolvendo matéria orgânica, bem como do potássio adsorvido em outros argilominerais constituintes dos solos e sedimentos, correspondem às principais vias de introdução indireta do elemento nos aquíferos (DREVER,1988).

A utilização de fertilizantes agrícolas e de sais minerais como suplementos alimentares para animais pode igualmente contribuir nestas alterações, na forma de introdução direta. Em áreas urbanas, o esgoto é uma rica fonte deste elemento. São citadas concentrações de potássio de 14,36 mg L^{-1} em amostras de água de rio analisadas por LOURES et al.(2005).

Juntamente com o nitrogênio e o fósforo, o potássio é um macronutriente que, uma vez descartado no ambiente, favorece o desenvolvimento do processo de eutrofização (MANAHAN, 2001).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As maiores concentrações de nitrito, nitrato, amônio, fosfato, brometo e potássio foram encontradas no P2 (ponto intermediário), onde existe maior adensamento das granjas produtoras de suínos.

A foz do Rio Coruja/Bonito (P3) apresentou os maiores valores de sulfato, cálcio, magnésio e sódio, sendo que neste ponto a influência do esgoto doméstico proveniente da área urbana é maior.

Os parâmetros que apresentaram concentrações acima do permitido pela resolução CONAMA 357/2005 foram os seguintes: nitrato (P2 = 27,5 mg L^{-1} e P3 = 24,2 mg L^{-1}) e fosfato (P1= 0,2 mg L^{-1}; P2= 0,9 mg L^{-1} e P3= 0,6 mg L^{-1}), sendo que os limites são de 10 mg L^{-1} para nitrato e 0,1 mg L^{-1} para fosfato.

Verifica-se a influência antrópica na qualidade da água do rio Coruja/Bonito, elevando as concentrações de nutrientes conforme se aproxima da foz, mostrando a necessidade de monitoramento contínuo e controle de emissão de dejetos suínos e esgoto doméstico na rede hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, S. E. Chemical Analysis of Ecological Materials. Blackwell Scientific Publications: Oxford, England, 1974.
2. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, 20 ed. APHA, 1998. 937p.
3. BOWEN, H. J. M. Environmental Chemistry of the Elements. Academic Press: London, 1979.
4. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental; Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp. Acesso em: 20 de março de 2010.
5. CONAMA -CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA N. 357, de março de 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05. Acesso em: 18 janeiro de 2011.
6. DREVER, J. I.; The Geochemistry of Natural Waters. Prentice Hall: New Jersey, 1988.
7. EPA - U. S. Environmental Protection Agency; Contaminant Candidate List Regulatory Determination Support Document for Sodium, Office of Water, Standards and Risk Management Division: Washington, 2003.

8. GONÇALVES, M. E. P., CAMÕES, M. F., PAIVA, J. M., BENOLIEL, M. J., CARNEIRO, R. N. Validação do método de determinação simultânea dos íons brometo e bromato por cromatografia iônica em águas de consumo humano. Quim. Nova, v. 27, n. 3, p. 503-507, 2004.
9. HADLICH, G.M. Poluição hídrica na bacia do rio Coruja-Bonito (Braço do Norte, SC) e suinocultura: uma perspectiva sistêmica. Florianópolis, 2004. Tese de Doutorado. Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
10. HADLICH, G. M.; SCHEIBE, L. F. Dinâmica físico-química de águas superficiais em região de intensa criação de suínos: exemplo da bacia hidrográfica do rio coruja-bonito, município de Braço do Norte, SC. Geochimica Brasiliensis, v. 21, n. 3, p. 245 - 260, 2007.
11. KENNEY, W. L.; Sports Science Exchange: São Paulo, n. 41, 2004.
12. KRAUSKOPF, K. B.; BIRD, D. K. Introduction to Geochemistry. McGraw-Hill Inc.: New York, 20 ed., 1995.
13. LINDEN, D.; REDDY, T. B. Handbook of batteries. McGraw-Hill Handbooks, capítulos 34-35, 2008.
14. LOURES, A.P.S.; SOARES, A.A. ; MATOS, A.T. de ; CECON, P.R. Concentrações de sódio e potássio em sistema de tratamento de esgoto doméstico, por escoamento superficial. Engenharia na Agricultura, Universidade Federal de Viçosa, v. 13, n.4, p. 231-239, 2005.
15. MANAHAN, S. E.; Fundamentals of Environmental Chemistry, CRC. Press LLC: Boca Raton, 2001.
16. MERTEN, G. H., MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.
17. OLIVEIRA, P.A.V. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. EMBRAPA- CNPSA, Concórdia, 188 p. EMBRAPA-CNPSA, Documentos, 27, 1993.
18. OLIVEIRA, P.A.V. Manejo da água – influência no volume de dejetos produzidos. In: EPAGRI. Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos. EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, Florianópolis, p. 29-33. 1995.
19. PERDOMO, C.C.; LIMA, G.J.M.M. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. (Ed.) Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. EMBRAPA-SPI. Brasília; EMBRAPA – CNPSA, Concórdia, p. 221-235. 1998.
20. PROCHNOW, T. R., PROCHNOW, E. A., LIBERMAN, B. Efeitos antrópicos sobre concentrações de metais alcalinos na região da microbacia do Arroio Araçá, Canoas – Rio Grande do Sul. Quim. Nova,v. 32, n. 7, p.1782-1786, 2009.
21. SANTA CATARINA. Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito. EPAGRI – CIRAM, Florianópolis, 112 p. 2000.
22. SANTA CATARINA. Portaria SEPLANCG Nº 24, de 19 de setembro de 1979. Disponível em: http://www.queimadosvivo.org.br/legislacao. Acesso em: 14 de junho de 2012.
23. VIEIRA, V. F. Mapeamento do risco da poluição suinícola em águas superficiais como subsídio ao ordenamento territorial: um estudo de caso em Braço do Norte/SC. Florianópolis, 2006. Dissertação de Mestrado. Centro de Tecnológico- Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
24. VOTTO, A.G. Zoneamento da poluição hídrica causada por dejetos de suínos no extremo oeste de Santa Catarina. Florianópolis, 1999. Dissertação de Mestrado. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
25. WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for Drinking Water Quality, 2 ed., v.2, Geneva, 1996. Disponível em: http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/GDWQ/Chemicals/bromatefull.htm. Acesso em: 14 de agosto de 2011.