

QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIA COM PRODUÇÃO INTENSIVA DE ANIMAIS

Alexandre Matthiensen^{1}; Helga Cristina F. Dinnebier² & Andressa A. Garbossa²*

Resumo – Os sistemas agropecuários têm sido desenvolvidos para produzir grãos e proteínas com custo reduzido em áreas cada vez menores. Uma das consequências é o acúmulo de nutrientes, particularmente resultante de dejetos animais aplicados no solo, aumentando seu potencial de perda para as águas superficiais, impactando negativamente os ecossistemas através da degradação do solo e da qualidade da água. Esse estudo busca avaliar a qualidade da água e o potencial de impacto da poluição difusa em uma microbacia de intensa produção animal, particularmente produção de suínos, na região oeste de Santa Catarina, tendo como indicador a ocorrência de floração de microalgas e cianobactérias. Foram acompanhadas mensalmente as concentrações de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água durante os meses de primavera e verão. Os resultados sugerem indicativos de correlações positivas entre concentrações de fósforo, turbidez e *E.coli*, aumento de precipitação e observação de coloração na água resultante de evento de floração algal em dezembro de 2016 na foz da sub-bacia de drenagem, quando a dinâmica hídrica do sistema diminuiu. Esse trabalho faz parte de um projeto que busca definição de indicadores ambientais que possam subsidiar eventuais programas de pagamento por serviços ambientais em regiões de produção intensiva de animais.

Palavras-Chave – Qualidade da água. Floração de cianobactéria. Produção animal.

WATER QUALITY IN A MICROBASIN WITH INTENSIVE ANIMAL PRODUCTION

Abstract – Farming systems have been developed to produce grains and proteins with reduced cost in ever smaller areas. One of the consequences is the accumulation of nutrients, particularly resulting from animal waste applied to the soil, increasing its potential for loss to surface waters, negatively impacting ecosystems through soil degradation and water quality. This study aims to evaluate the water quality and the potential impact of diffuse pollution in a microbasin of intense animal production, particularly swine farming, in the western region of Santa Catarina, having as an indicator the occurrence of microalgae and cyanobacteria bloom. The concentrations of some physical-chemical and microbiological parameters of water quality during the spring and summer months were monitored monthly. The results suggest indicative of positive correlations between phosphorus, turbidity and *E. coli* concentrations, precipitation increase and an observation of coloration in water resulting from algal bloom event in December 2016 at the mouth of the drainage sub-basin when the system's water dynamics decreases. This work is part of a project that seeks to define environmental indicators that may subsidize possible payment programs for environmental services in regions of intensive animal production.

Keywords – Water quality. Cyanobacterial bloom. Animal production.

¹ Pesquisador, Embrapa Suínos e Aves. E-mail: alexandre.matthiensen@embrapa.br

² Universidade do Contestado, curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. E-mail: eng.helgadinnebier@gmail.com

* Autor Correspondente.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o aumento da demanda por alimento têm levado à expansão e intensificação da produção agropecuária no Brasil. Os sistemas agropecuários têm sido desenvolvidos para produzir grãos e proteínas com custo reduzido em áreas de terra cada vez menores. Como consequência temos um maior uso de fertilizantes (N e P) e pesticidas, além de maior potencial de erosão. Há acúmulo de nutrientes, particularmente resultante de dejetos animais aplicados no solo, aumentando seu potencial de perda para as águas superficiais e subterrâneas. Todas essas atividades podem, direta ou indiretamente, impactar negativamente os ecossistemas através da degradação do solo e da qualidade da água e produção de gases de efeito estufa.

A aplicação de dejetos suínos em terras agrícolas e pastagens é o principal impacto ambiental da produção suinícola. Enquanto o conteúdo de nutrientes e matéria orgânica presente nos dejetos é extremamente desejável para o crescimento das plantas, o seu transporte para os sistemas hídricos pode resultar no seu uso pelos organismos aquáticos (Chadwick e Chen, 2002). A grande quantidade de dejetos suínos aplicados nos solos, muitas vezes sem algum prévio tratamento adequado, podem atingir taxas anuais que excedem as recomendações agrônômicas (Broetto *et al.*, 2014). O manejo inadequado dos dejetos pode resultar tanto em eventos de poluição pontual como na transferência de nutrientes e matéria orgânica aos corpos d'água por poluição difusa. Uma das consequências direta da contaminação das águas superficiais é a eutrofização, com aparecimento de floração de microalgas e cianobactérias, e posterior depleção de O₂, comprometendo toda a biodiversidade local.

Esse estudo busca avaliar a qualidade da água e o potencial de impacto da poluição difusa, tendo como indicador a ocorrência de floração de microalgas e cianobactérias, em uma microbacia de intensa produção animal na região oeste de Santa Catarina. Esse acompanhamento ambiental faz parte de um projeto maior que busca indicadores ambientais que possam vir a subsidiar eventuais programas de pagamento por serviços ambientais em regiões de produção intensiva de animais.

ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A área de estudo é a microbacia hidrográfica do lajeado Clarimundo, Município de Concórdia, que faz parte da sub-bacia do Lajeado Fragosos, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, região oeste de Santa Catarina. É uma área com produção intensiva de animais, destacando a suinocultura, com número de cabeças de 6.412 suínos distribuídos em 16 propriedades produtivas. Conta ainda com 320 cabeças de bovinos.

Em relação ao uso e ocupação do solo, as atividades na microbacia do lajeado Clarimundo estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1. Uso e ocupação do solo na microbacia do lajeado Clarimundo, Concórdia – SC.

Uso e ocupação do solo	ha	%
Floresta	107,6	46,0
Pastagem	50,7	21,7
Lavoura	48,3	20,6
Atividades antrópicas	19,2	8,2
Silvicultura	6,3	2,7
Recursos hídricos	1,8	0,8
Total	233,9	100

As coletas de dados e amostras foram realizadas mensalmente em 8 locais de amostragens, conforme figura 1. Os pontos de 1 a 5 ficam dentro da microbacia do lajeado Clarimundo

(27°12'17.18''S, 052°08'10.14''W; 27°12'16.58''S, 052°08'06.46''W; 27°12'37.71''S, 052°08'08.83''W; 27°12'41.66''S, 052°08'02.67''W; 27°12'60.14''S, 052°08'03.63''W, respectivamente), sendo o ponto de amostragem número 5 na sua foz, desaguando no lajeado Fragosos. O ponto de amostragem número 6 (27°12'61.02''S, 052°08'04.46''W) está localizado à montante da foz do lajeado Clarimundo, e o ponto 7 (27°12'59.05''S, 052°08'06.35''W) está à sua jusante. O ponto de amostragem número 8 (27°13'47.0''S, 052°11'06.5''W) fica na foz da sub-bacia do lajeado Fragosos, contribuinte do Rio Jacutinga, que deságua no Rio Uruguai, divisa entre RS e SC.

Foram realizadas coletas de dados *in situ* e amostras de água em cada um dos pontos de amostragem entre setembro 2016 e fevereiro de 2017. As amostras de água coletadas foram levadas para o laboratório para realização de análises físico-químicas e microbiológicas, enquanto os demais parâmetros foram mensurados em campo, utilizando medidor multiparâmetro (HACH®, HQ40d). Em laboratório foi analisado a turbidez (turbidímetro, pela técnica de determinação nefelométrica) e as concentrações de N-nitrato, fósforo total (APHA, 2005), e estimativa de *E.coli*, pelo método rápido de contagem de colônias em placas (Petrifilm 3M™), segundo Swanson *et al.* (2001).

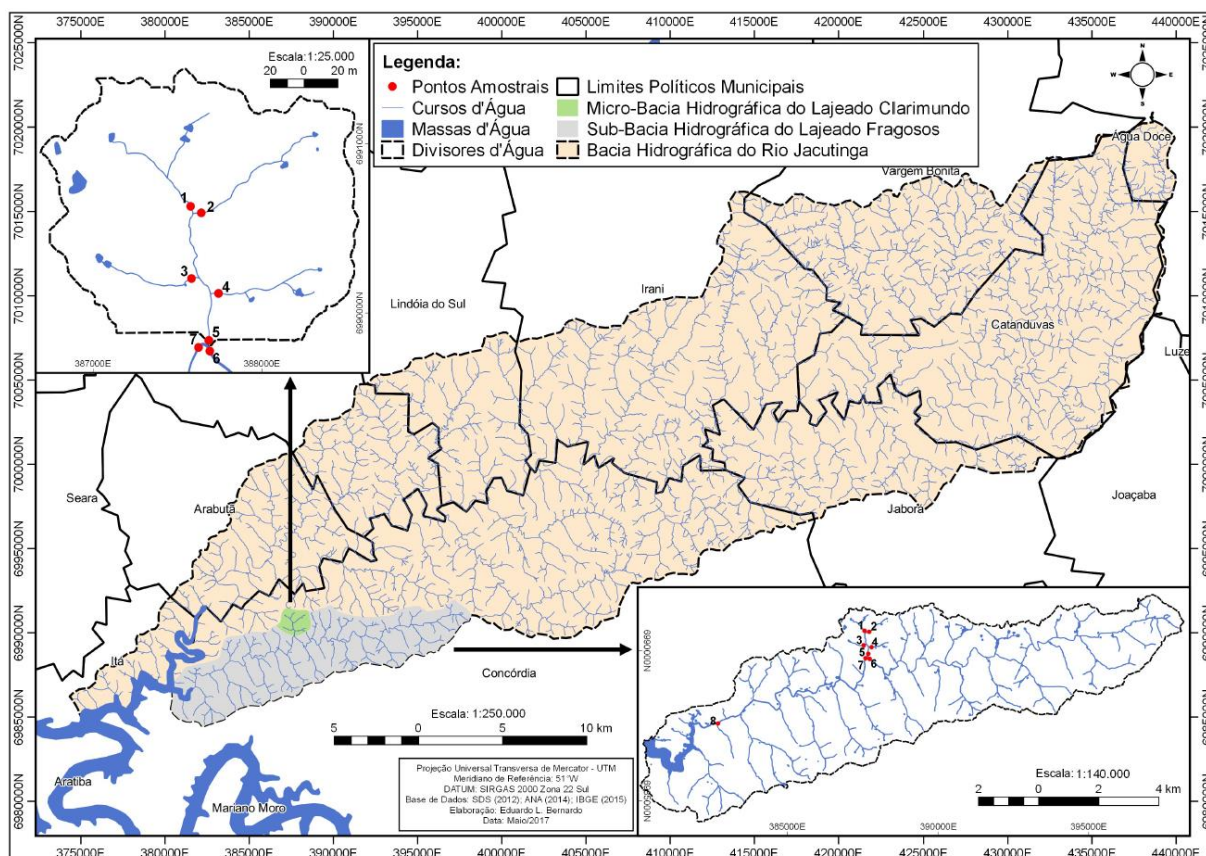


Figura 1. Mapa da BH do Rio Jacutinga, com destaques para a Sub-bacia do Lajeado Fragosos e Microbacia do Lajeado Clarimundo, com os pontos de amostragens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gráficos tipo boxplot foram usados para resumir alguns dados selecionados, que são apresentados comparando-se sua variação espacial e temporal. Esse tipo de gráfico é útil para apresentações de dados com alta variabilidade, e a concentração de informações favorece o limitado espaço de determinados formatos de publicações. Com isso buscou-se uma interpretação integrada

dos parâmetros relevantes de qualidade de água na microbacia do lajeado Clarimundo e sub-bacia do lajeado Fragosos.

A figura 2 apresenta os gráficos de variações espacial e temporal das concentrações de turbidez, em UNT. Observa-se uma maior variação nos valores de turbidez nos pontos de amostragem P6 a P8 (figura 2a) em relação aos demais pontos de amostragem dentro da microbacia do lajeado Clarimundo (P1 a P5). Temporalmente, o mês de novembro apresentou a maior variação em termos de extremos de valores máximos (115,5 UNT). Porém, de uma forma geral, a média desse mês ficou abaixo dos valores médios do mês de outubro (figura 2b).

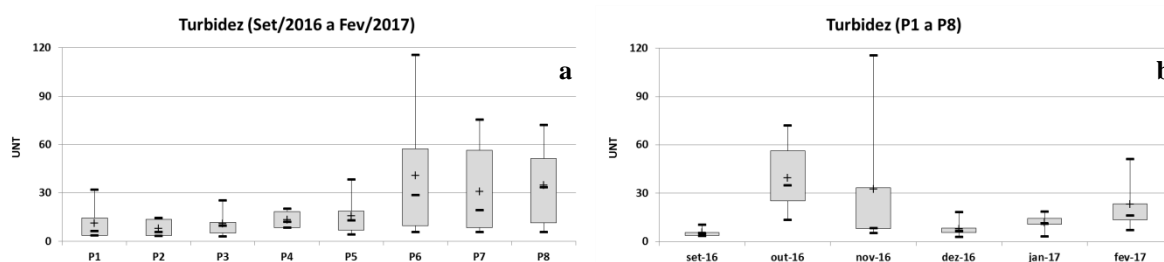


Figura 2. Gráfico boxplot dos valores de turbidez em a) variação espacial e b) variação temporal nos 8 pontos de amostragens da microbacia do lajeado Clarimundo e sub-bacia do lajeado Fragosos, Concórdia, SC. As caixas indicam as distâncias interquartis entre o primeiro e terceiro quartil; barras verticais indicam os valores extremos; “+” indica a média e o “-” indica a mediana.

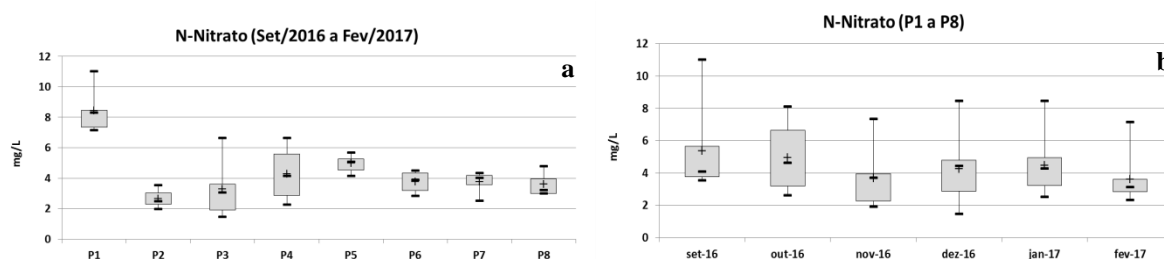


Figura 3. Gráfico boxplot dos valores de N-nitrato em a) variação espacial e b) variação temporal nos 8 pontos de amostragens da microbacia do lajeado Clarimundo e sub-bacia do lajeado Fragosos, Concórdia, SC. Legenda idêntica a da figura 2.

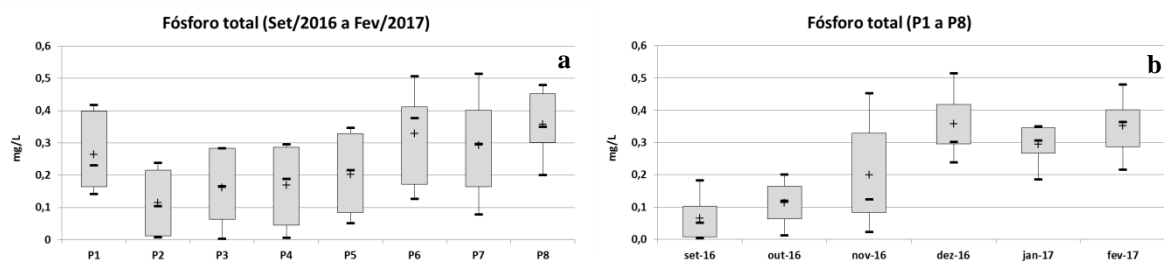


Figura 4. Gráfico boxplot dos valores de fósforo total em a) variação espacial e b) variação temporal nos 8 pontos de amostragens da microbacia do lajeado Clarimundo e sub-bacia do lajeado Fragosos, Concórdia, SC. Legenda idêntica a da figura 2.

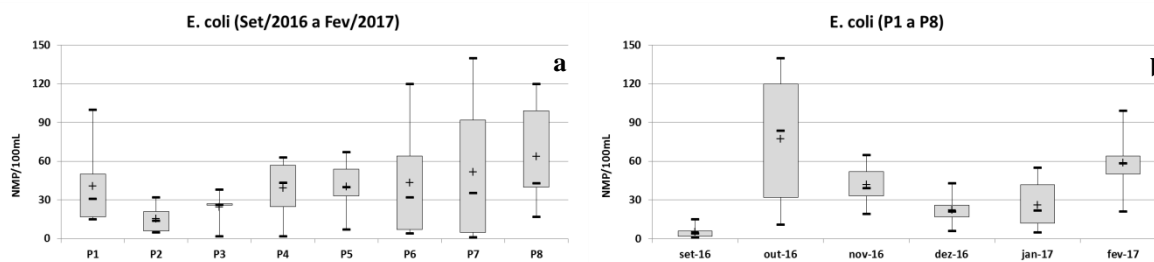


Figura 5. Gráfico boxplot das estimativas das concentrações de *Escherichia coli* em a) variação espacial e b) variação temporal nos 8 pontos de amostragem da microbacia do lajeado Clarimundo e sub-bacia do lajeado Fragosos, Concórdia, SC. Legenda idêntica a da figura 2.

Os valores de N-nitrato apresentaram concentrações maiores em P1, com média de 8,43 mg/L, e pico máximo em 11,02 mg/L no mês de setembro (figuras 3a e 3b). Nos demais pontos de amostragem os valores ficaram sempre abaixo de 10 mg/L, com médias em torno de 4 mg/L ao longo do período amostrado.

As concentrações de fósforo total apresentaram grande variabilidade, mas algumas tendências podem ser observadas. Assim como a turbidez, as concentrações de P total foram maiores nos pontos de amostragem localizados no lajeado Fragosos (P6, P7 e P8; figura 4a), com médias de 0,3 mg/L. Essas concentrações elevadas, mesmo no ponto de amostragem P6 (à montante da foz do lajeado Clarimundo) indica aporte de P proveniente da parte superior da sub-bacia hidrográfica, através de contribuições de atividades fora da microbacia do Clarimundo.

O carreamento de P ocorre tanto na forma particulada, associado ao sedimento e à matéria orgânica, como na forma solúvel, dissolvido na água (Sharpley *et al.*, 2003). Tanto a mobilização de P como dos demais nutrientes para as águas pode ser intensificado pela chuva após aplicação de dejetos no solo, que normalmente contêm grandes quantidades de P prontamente disponível aos microrganismos aquáticos (Seganfredo *et al.*, 2017). Dentro da microbacia, o ponto P1 foi o que obteve a maior média (0,26 mg/L), e mesmo os valores mais baixos apresentam concentrações consideradas elevadas, o que potencializa o risco de ocorrências de eutrofizações.

Em termos de distribuição temporal das cargas de fósforo na água, os meses mais quentes, de dezembro 2016 a fevereiro 2017, apresentaram valores mais elevados que os meses de setembro a novembro 2016 (figura 4b). Em dezembro 2016, esses valores altos de P disponível, juntamente com temperaturas elevadas e precipitação acima da média para o mês (precipitação em dezembro 2016 = 199 mm; precipitação média para o mês de dezembro = 150 mm; dados da estação agrometeorológica da Embrapa Suínos e Aves, <http://www.cnpas.embrapa.br/meteor/>) foram relacionados à observação de alteração da coloração da água, em decorrência da presença de elevada concentração de microalgas, ocorrida cerca de 1 Km abaixo da foz do lajeado Fragosos (P8), onde a dinâmica hídrica é menor (figura 6) pelo represamento das águas do Rio Uruguai pela UHE de Itá, cerca de 30 Km rio abaixo. O evento permaneceu no local durante algumas semanas.

O carreamento superficial pela água da chuva (transferência do solo para a água) de elevadas concentrações de P, tradicionalmente conhecido como elemento limitante para eventos de florações de microalgas e cianobactérias, é apontado como um dos principais fatores causadores de impacto ambiental em corpos de água doce. Avaliações de concentrações de formas de P mais prontamente disponível (P solúvel) e taxas de dessorção dessas formas do tipo de solo local para a água estão sendo também investigadas como objetivos do projeto. Isso nos possibilitará um melhor entendimento da dinâmica desse elemento dentro de uma bacia hidrográfica com produção intensiva de animais e aplicação de dejetos para agricultura. Correlações mais robustas serão buscadas por meios estatísticos quando todo o período de amostragem for finalizado.

A figura 5 apresenta as estimativas das concentrações de *E. coli*, indicador de contaminação fecal por organismos de sangue quente. Observa uma tendência crescente de aumento dos valores observados em direção à foz da sub-bacia do Fragosos, podendo também indicar aporte externo à microbacia do Clarimundo (figura 5a). Em termos temporais, outubro foi o mês que apresentou a média mais elevada (77,13 NMP/100mL), com picos de 140 NMP/100mL no P7 (figura 5b), em uma correlação positiva com os valores mais elevados para a concentração de turbidez (figura 2b).



Figura 6. Coloração visível na água resultante de elevada concentração de microalga na foz do Lajeado Fragosos, Concórdia – SC, em dezembro 2016. Fonte: fotos do autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região oeste de SC é conhecida pela suinocultura industrial (tecnificada), com grande participação de agricultores familiares integrados a empresas e cooperativas agroindustriais (Miele *et al.*, 2011). Apesar do padrão de excelência da produção suinícola regional, há inúmeras questões ambientais relacionadas à cadeia que ainda necessitam solução.

O presente trabalho faz parte de um projeto maior que ainda está em curso, com final previsto para dezembro de 2018. A microbacia do Clarimundo apresenta produção animal considerável e condições ideais para se trabalhar na busca de indicadores ambientais para o objetivo final do projeto. Aqui são apresentados os dados dos primeiros 6 meses de acompanhamento, durante a primavera e verão, época mais sensível às ocorrências de florações de microalgas e cianobactérias decorrente de eutrofização (Jarvie *et al.*, 2006).

Foram avaliados alguns parâmetros ambientais que podem ser relacionados positivamente, particularmente as concentrações de P, turbidez e *E. coli*, aumento de precipitação e um evento de eutrofização na parte final da sub-bacia do lajeado Fragosos, resultando em coloração visível na água no mês de dezembro 2016. Certamente outras microbacias dentro da sub-bacia do Lajeado Fragosos também contribuem para a carga de poluentes e contaminantes no sistema.

Grandes variações temporais em concentrações de NO_3^- e P são comuns quando se tenta avaliar a poluição difusa em regiões de produção animal, e são determinadas principalmente pelo regime de chuva, temperatura e práticas de manejo de solo. A degradação dos recursos hídricos pelas atividades agropecuárias pode ser mitigada por algumas práticas conservacionistas na propriedade, como o dimensionamento da produção, manejo adequado dos resíduos, e manutenção de mata ciliar. Apesar dos benefícios dessas atitudes serem amplamente reconhecidos, ainda observam-se discrepâncias entre a norma escrita e as práticas atuais em propriedades em todo o Brasil. Essas são práticas que poderiam fazer parte de um arranjo para um programa de pagamento por serviços ambientais em regiões com esse tipo de atividade. Para isso, estudos são necessários

para a melhor definição de indicadores ambientais que possam comprovar numericamente o benefício dessas práticas, para que um programa desse tipo possa ser validado e monitorado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Magda Mulinari e Rosemari Martini pelo apoio nas coletas de campo e análises laboratoriais.

REFERÊNCIAS

- APHA (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. EATON, A.D.; FRANSON, M.A.H. (eds) American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 21st ed., Washington.
- BROETTO, T.; TORQUIST, C.G.; BAYER, C.; CAMPOS, B.C.; MERTEN, C.G.; WOTRICH, B. (2014). Soils and surface waters as affected by long-term swine slurry application in Oxisols of southern Brazil. *Pedosphere*, 24, pp. 585-94.
- CHADWICK, D.R. e CHEN, S. (2002). Manures. In: *Agriculture, Hydrology and Water Quality*. Org. por Haygarth, P.M e Jarvis, S.C. CABI Publishing, Cromwell Press, Trowbridge, UK.
- JARVIE, H.P.; NEAL, C.; WHITERS, P.J.A. (2006). Sewage-effluent phosphorus: a greater risk to river eutrophication than agricultural phosphorus? *Science for the Total Environment*, 360, pp. 246-253.
- MIELE, M.; SANTOS FILHO, J.I.; MARTINS, F.M.; SANDI, A.J. (2011). O desenvolvimento da suinocultura brasileira nos últimos 35 anos. In *Sonho, Desafio e Tecnologia: 35 Anos de Contribuições da Embrapa Suínos e Aves*. Org. por Souza, J.C.P.V.B.; Talamini, D.J.D.; Scheuermann, G.N. e Schimdt, G.S., ed. Embrapa, Concórdia – SC, pp. 85 – 102.
- SEGANFREDO, M.A.; BISSANI, C.A.; SÁ, E.L.S. de; BARIONI JUNIOR, W. (2017). Formas de fósforo comparando áreas com e sem uso de dejetos animais. In: *Anais do V SIGERA*. Foz-do-Iguaçu, PR, 09 a 11 Maio 2017.
- SHARPLEY, A.N.; DANIEL, T.; SIMS, T.; LEMUNYON, J.; STEVENS, R.; PARRY, R. (2003). *Agricultural phosphorus and eutrophication*, 2nd ed. United States: Agricultural Research Service.
- SWANSON, K. M. L.; PETRAN, R. L.; HANLIN, J. L. (2001) Culture methods for enumeration of microorganisms. In: *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4 ed. Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA), cap. 6, p. 53-67.