

**V SIGER** 

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO  
DOS RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS

# Anais do V Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais

09 a 11 de maio de 2017  
Foz do Iguaçu, PR



**Sbera**

**Embrapa**

*Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções  
Agropecuária e Agroindustrial - Sbera*

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Suínos e Aves  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Anais do V Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais**

**Sbera**  
**Embrapa Suínos e Aves**  
Concórdia, SC  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

BR 153, Km 110  
Caixa Postal 321  
CEP 89.700-991 Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Sociedade Brasileira dos Especialistas em  
Resíduos das Produções Agropecuária e  
Agroindustrial - Sbera**

Concórdia, SC  
contato@sbera.org.br  
sigera@sbera.org.br  
www.sbera.org.br

**Unidade responsável pela edição**

Sociedade Brasileira dos Especialistas em  
Resíduos das Produções Agropecuária e  
Agroindustrial - Sbera e Embrapa Suínos e Aves

**Unidade responsável pelo conteúdo**

Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos  
das Produções Agropecuária e Agroindustrial - Sbera

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Marcelo Miele*  
Secretária: *Tânia M.B. Celant*  
Membros: *Airton Kunz*  
*Monalisa Leal Pereira*  
*Gustavo J.M.M. de Lima*  
*Ana Paula A. Bastos*  
*Gilberto S. Schmidt*  
Suplentes: *Alexandre Matthiensen*  
*Sabrina C. Duarte*

Coordenação editorial: *Tânia M. B. Celant*  
Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*  
Normalização bibliográfica: *Claúdia A. Arrieche*  
Ilustração da capa: *projetado por Starline - Freepik.com*

**Nota**

Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões neles contidas não representam, necessariamente, a visão da Embrapa Suínos e Aves. A revisão ortográfica e gramatical dos artigos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

**1ª edição**

Versão eletrônica (2017)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Suínos e Aves

---

Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e  
Agroindustriais (5. : 2017 : Foz do Iguaçu, PR).

Anais do V Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos  
Agropecuários e Agroindustriais, Foz do Iguaçu, 09 a 11 de maio de 2017.  
– Concórdia, SC : Sbera : Embrapa, 2017.

PDF.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.  
ISBN 978-85-93823-00-8

1. Energia. 2. Fertilizante. 3. Impacto ambiental. 4. Resíduos. 5.  
Tratamento. I. Título

CDD 628.7 (21. ed.)

---

## PEGADA HÍDRICA CINZA DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE

Furlan, M.1; Palhares, J. C. P.\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduanda da Universidade Federal de São Carlos - Brasil

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste - Brasil  
julio.palhares@embrapa.br

**RESUMO:** A agroindústria de laticínios é grande consumidora de água e geradora de efluentes. Essa condição determina a necessidade de se utilizar ferramentas de gerenciamento de recursos hídricos a fim de melhorar a eficiência hídrica dos processos e reduzir o potencial poluidor. O objetivo do trabalho foi calcular a pegada hídrica cinza de um sistema de produção de leite e propor medidas mitigadoras para reduzir o valor da pegada. O cálculo da pegada hídrica cinza foi feito com base nas concentrações mensais de nitrato do efluente. A fonte poluidora foi considerada como difusa devido ao aproveitamento desse efluente como fertilizante. O valor médio de pegada hídrica foi de 2,7 L kg<sup>-1</sup> de leite. Quanto maior o valor de nitrato no efluente, maior foi o valor da pegada. A variação da concentração de nitrato no efluente é multifatorial, sendo um dos fatores de maior influência o manejo nutricional dos animais. Observou-se significativa variação entre o valor médio da pegada e os valores mensais, variação de 0,64 a 2,51 L kg<sup>-1</sup> de leite. Na maioria dos casos de intervenção ambiental, a tomada de decisão é baseada em valores médios, justamente por não se dispor de dados por mês. Os resultados mostram que tomar decisão a partir de dados médios poderá incorrer na escolha de práticas e/ou opções tecnológicas superestimadas o que pode significar maiores custos. O tipo de manejo e tratamento é um dos fatores que interfere na qualidade final do efluente.

**Palavras-chave:** fonte difusa, laticínio, nitrato.

### GRAY WATER FOOTPRINT OF A DAIRY FARM

**ABSTRACT:** Dairy systems are a major consumer of water and effluent producer. Such condition requires the use of water managements tools in order to improve the water efficiency and reduce the polluting potential. The aim of this study was calculated the gray water footprint of a milk production system and propose mitigating measures to reduce its value. Gray water footprint calculation was done according to the effluent monthly concentrations of nitrate. The polluting source was considered as diffuse due to the use of the effluent as fertilizer. The average value of water footprint was 2.7 L kg<sup>-1</sup> of milk. The higher the concentration of nitrate in the effluent, the higher the value of the footprint. Variation of nitrate concentration in the effluent is multifactorial, with the nutritional management of the animals being a factor of greater influence. There was a significant variation between the average value of the footprint and the monthly values, ranging from 0.64 to 2.51 L kg<sup>-1</sup> of milk. In most cases, the environmental intervention decision making is based on average values, particularly because there is not monthly data. The results show that taking decisions based on average data may determine overestimated technological and practices choices, which may imply higher costs. The type of effluent management and treatment is one of the factors that interferes with the final quality of the effluent.

**Keywords:** milking, nitrate, no-point.

### INTRODUÇÃO

Diante do crescimento populacional e da demanda de alimentos das sociedades, a agropecuária e agroindústria são setores de grande importância. Essas atividades consomem muita água e geram vários resíduos em seus processos produtivos.

A indústria de laticínios caracteriza-se por ser grande consumidora de água e geradora de efluentes. Essa condição determina a necessidade de se utilizar ferramentas de gerenciamento de recursos hídricos a fim de melhorar a eficiência hídrica dos processos e reduzir o potencial poluidor (Saraiva, 2012).

A pegada hídrica cinza é definida como o volume de água doce que é necessário para assimilar a carga de poluentes, baseando-se nas concentrações naturais e padrões de qualidade de água existentes. Esse conceito está inserido em outro que é a Pegada Hídrica (PH) de um produto ou processo o qual se define como o volume total de água doce que é consumido para se produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo, por uma comunidade ou por uma empresa (Hoekstra et al., 2009).

O objetivo do trabalho foi calcular a pegada hídrica cinza de um sistema de produção de leite e propor medidas mitigadoras para reduzir o valor da pegada.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os dados produtivos utilizados no estudo foram levantados por entrevistas com os responsáveis e coletas a campo em fazenda localizada no município de Descalvado-SP. A fazenda possuía 1.700 vacas holandesas em lactação, criadas em sistema free-stall. As vacas eram ordenhadas três vezes ao dia em uma sala de ordenha “side by side” 2x30. O efluente da ordenha era conduzido para um sistema de separação de sólidos (peneira e prensa) e armazenado em três lagoas em série com tempo de retenção hidráulica estimado em 20 dias. Diariamente, o efluente era bombeado da terceira lagoa e aplicado superficialmente em área de 100 ha cultivada com milho e capim Tifton 85.

Os dados da produção de leite (kg) foram disponibilizados pela fazenda e se referem ao ano de 2016. A produção média diária até novembro de 2016 foi de 56.217 kg de leite. O laticínio da propriedade produz leite tipo A, iogurte e manteiga.

Segundo a empresa, o volume de água utilizado para o flushing das instalações do sistema de produção é de 600.000 L dia<sup>-1</sup>. Oito coletas no período 2014/2015 para caracterização do efluente quanto às concentrações de nitrato foram realizadas após a terceira lagoa de tratamento. As concentrações de nitrato no efluente estão representadas na Tabela 1.

O cálculo da pegada hídrica cinza foi feito com base nas concentrações mensais de nitrato do efluente gerado pelo sistema de produção. A fonte poluidora foi considerada como difusa devido ao aproveitamento desse efluente como fertilizante na propriedade rural.

Na Equação 1 observa-se a fórmula de cálculo da pegada cinza (HOEKSTRA et al, 2011).

$$PH_{cinza} = \frac{(\alpha \cdot TAQ) / (C_{m\acute{a}x} - C_{nat})}{P_{rtv}} \quad (1)$$

Onde:

PH<sub>cinza</sub>: é a pegada hídrica cinza (L kg de leite<sup>-1</sup>);

α: é a porcentagem de escoamento superficial e/ou infiltração do efluente aplicado (%);

TAQ: é a taxa de aplicação de efluente no período (L);

C<sub>máx</sub>: é a concentração máxima do elemento aceitável pela legislação (mg L<sup>-1</sup>);

C<sub>nat</sub>: é a concentração natural do elemento no corpo hídrico (mg L<sup>-1</sup>);

P<sub>rtv</sub>: é a produção total de leite no período (L).

No caso de fontes difusas de poluição, estimar a porcentagem da carga aplicada que foi escoada e/ou infiltrada não é simples. Neste estudo optou-se por utilizar o cenário Tier-1, no qual o valor de α é estimado de forma qualitativa. Portanto, estima-se a fração geral de escoamento-infiltração. Assim, atribuiu-se o valor de 10% para α. O cenário Tier-1 é suficiente para uma primeira estimativa, mas os resultados devem ser interpretados com cuidado, (FRANKE et al., 2013).

A concentração máxima aceitável para o elemento nitrato nos corpos d'água brasileiros é de 10 mg L<sup>-1</sup> (CONAMA 357, 2005). Considerou-se o valor zero para a concentração natural do elemento no corpo hídrico.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observa-se os valores da pegada hídrica cinza por mês e o valor médio do período. Como todas as variáveis da Equação (1) foram fixadas a exceção da concentração de nitrato do efluente, esta concentração irá determinar a variabilidade dos valores da

pegada. Com isso, quanto maior for o valor de nitrato no efluente, maior será a pegada hídrica cinza. Portanto, justifica-se a observação do maior valor de pegada no mês de julho e a menor no mês de fevereiro.

A variação da concentração de nitrato no efluente é multifatorial, sendo um dos fatores de maior influência o manejo nutricional dos animais. Por exemplo, nos meses de inverno a relação volumoso/concentrado da dieta é diferente da dos meses de verão. Isso irá determinar diferentes eficiências de uso de nutrientes e, conseqüente, diferentes composições de fezes, urina e dos efluentes.

Comparando-se o valor médio da pegada hídrica cinza (2,7 L de água kg<sup>-1</sup> de leite) com os valores de cada mês, é possível observar as variabilidades. Na maioria dos casos de intervenção ambiental, a tomada de decisão é baseada em valores médios, justamente por não se dispor de dados precisos como neste caso, por mês. Os resultados mostram que tomar decisão a partir de dados médios poderá incorrer na escolha de práticas e/ou opções tecnológicas sub ou superestimadas o que pode significar maiores custos e capacitação da mão de obra.

Antes da tomada de decisão é necessário entender a variabilidade da concentração de nitrato no efluente, visando à redução do elemento. O tipo de tratamento é um dos fatores que interfere na qualidade final do efluente. Assim, faz-se necessário o aprimoramento do sistema de tratamento, com monitoramentos frequentes e gestão eficiente. Segundo Do Livramento (2010) o tratamento biológico se mostrou eficiente em reduzir a concentração de nitrato do efluente de um laticínio. Utilizando lagoas de estabilização (anaeróbias e facultativas), a redução da concentração de nitrato foi de 51%. Essa redução se deve ao processo de desnitrificação que transforma nitrato em amônia.

### CONCLUSÃO

A partir do cálculo da pegada hídrica cinza do sistema de produção de leite em estudo, foi possível concluir que, para assimilar a carga de poluentes gerados, é preciso um volume médio de 2,7 L de água por kg de leite produzido.

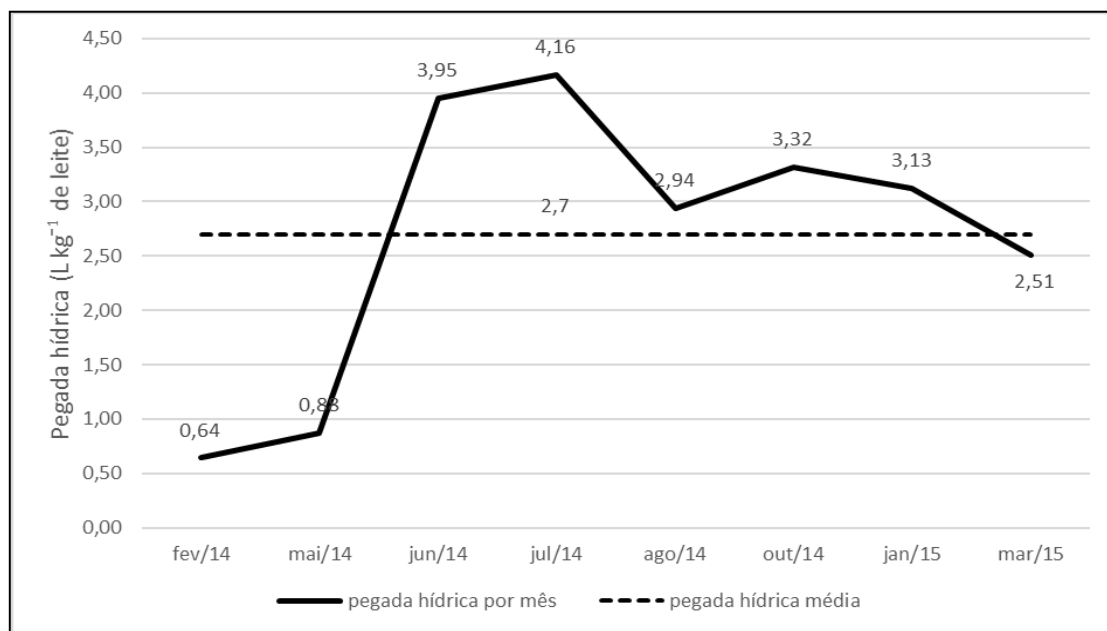
O estudo de caso também demonstrou que o sistema de produção pode reduzir seu impacto ambiental utilizando práticas e tecnologias que melhorem a qualidade do efluente. Com isso, é importante incorporar nos processos produtivos técnicas de produção mais limpas, reuso de materiais e medidas ambientalmente corretas, sem impactar de maneira negativa a economia da atividade. Destaca-se a importância da utilização de ferramentas que promovam a gestão de recursos hídricos como a abordagem da pegada hídrica. Esta deve ser objeto de pesquisa visando o manejo e a eficiência do uso da água no setor agropecuário.

### REFERÊNCIAS

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama nº 357. Disponível em: < [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama) > Acesso em: Out. 2016.
- DO LIVRAMENTO, P.S.M. Tratamento de efluentes em lagoas de estabilização: um estudo de caso em indústria de laticínio. Universidade de Taubaté, 2010.
- FRANKE, N.; HOEKSTRA, A. Y.; BOYACIOGLU, H. Grey water footprint accounting: Tier 1 supporting guidelines. 2013.
- HOEKSTRA, A.Y. Water neutral: Reducing and offsetting the impacts of water footprints. Value of Water. Research Report Series n. 28, p.12-13, 2009. Disponível em: < <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf> >
- SARAIVA, C.; MAGALHÃES, F.A.R; MOREIRA V.E.; BARROS, S.O. Aspectos ambientais da produção do queijo minas artesanal. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. n.388, 67 p.41-47. 2012.

**Tabela 1.** Concentrações de nitrato.

Data	Nitrato (Kg N-NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )
25/02/2014	0,000006
08/05/2014	0,000082
05/06/2014	0,000037
10/07/2014	0,000039
30/07/2014	0,000275
16/10/2014	0,000311
15/01/2015	0,000293
05/03/2015	0,000235
<b>Média do Período</b>	<b>0,0000252</b>



**Figura 1.** Pegada hídrica cinza no período.