

# Dinâmica de compostos nitrogenados em um córrego receptor de efluente tratado de abate bovino

Michael Silveira Thebaldi\*  
Delvio Sandri\*\*  
Alberto Batista Felisberto\*\*\*  
Marco Sathler da Rocha\*\*\*\*

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações dos compostos nitrogenados de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, traçar a dinâmica destes em um córrego receptor de efluente tratado de abate bovino e investigar uma possível mudança das concentrações, no corpo hídrico, dos parâmetros estudados em função do descarte do efluente. Foram analisados os parâmetros: nitrogênio orgânico, íon amônio, nitrato e nitrito. O efluente foi gerado em um abatedouro de bovinos localizado no município de Anápolis – GO, tratado em três lagoas de estabilização em série, sendo duas anaeróbias e uma facultativa. As coletas de água foram realizadas em seis repetições, entre os dias 10 de agosto e 21 de setembro de 2009. O descarte do efluente tratado de abate bovino no córrego Jurubatuba não alterou a qualidade da água deste para os parâmetros estudados. Através das análises da água pode-se inferir que há despejo de esgotos domésticos sem tratamento no corpo hídrico estudado, já a montante do despejo do efluente da ETE (estação de tratamento de esgoto) do frigorífico.

**Palavras-chaves:** Qualidade da água. Nitrito. Água residuária.

## 1 Introdução

A atividade antrópica concentrada (geração de despejos agroindustriais) ou dispersa (aplicação de produtos fitossanitários) pode introduzir na água substâncias que alteram sua qualidade.

A água é essencial a seres vivos, produção agrícola, uso doméstico e processos industriais (Hu, 2009). As agroindústrias estão entre as maiores fontes poluidoras do Brasil, particularmente devido às grandes quantidades de resíduos ricos em substâncias orgânicas, nutrientes (sobretudo nitrogênio e fósforo), sólidos, óleos e graxas. Matadouros e indústrias de processamento de carne são conhecidos pelo alto potencial poluidor (Mees et al., 2009). As cargas poluidoras industriais provenientes de matadouros apresentam quantidade elevada de matéria orgânica, fato que sugere que nesses estabelecimentos haja tratamento secundário, em que predominam mecanismos biológicos, que objetivam eventuais remoções da matéria orgânica e nutrientes, como o nitrogênio e fósforo.

O nitrogênio pode ser encontrado no meio aquático principalmente na forma orgânica, molecular, amoniacal (amônia ou íon amônio), nitrito e nitrato. Nos despejos de matadouros e frigoríficos, o nitrogênio encontra-se na maioria dos casos na forma orgânica (Braille & Cavalcanti, 1993). O lançamento de nutrientes na água pode ocasionar eutrofização no corpo hídrico receptor de despejos residuais, embora esse fenômeno seja menos frequente em ambientes lóticos, em função de condições ambientais desfavoráveis, como turbidez e elevadas velocidades.

Este trabalho teve como objetivos avaliar as concentrações dos compostos nitrogenados de acordo com a Resolução nº 357, de 27 de março de 2005, do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) (Brasil, 2005), traçar a dinâmica destes em um córrego receptor de efluente tratado de abate bovino e

investigar uma possível mudança das concentrações no corpo hídrico dos parâmetros estudados em função do descarte do efluente.

## 2 Material e métodos

Foram coletadas amostras de água em quatro pontos: P1 (cinquenta metros a montante do ponto de descarga), P2 (descarga do efluente tratado, antes de se misturar ao corpo hídrico), P3 (cinquenta metros a jusante do ponto de descarga) e P4 (cento e vinte metros a jusante do ponto de descarga), com seis repetições, realizadas nos dias 10, 17, 24 e 31 de agosto e 14 e 21 de setembro.

O efluente tratado utilizado foi obtido na ETE (estação de tratamento de esgoto) de um frigorífico localizado no município de Anápolis, Goiás, constituído de três lagoas de estabilização em série, sendo duas lagoas anaeróbias (volumes de 9867,90 m<sup>3</sup> e 8107,44 m<sup>3</sup>) e uma lagoa facultativa (volume de 12900,00 m<sup>3</sup>), essa descarregando no Córrego Jurubatuba, constituindo assim o chamado sistema australiano de lagoas de estabilização.

Foram analisados os parâmetros: nitrogênio orgânico, íon amônio, nitrato e nitrito. A concentração de nitrogênio orgânico foi obtida segundo metodologia descrita em APHA (1995). A concentração de amônia foi obtida seguindo o procedimento descrito por Merck Darmstadt (1972). O nitrito foi obtido seguindo o procedimento descrito por Fries (1971) e os valores de nitrato foram obtidos seguindo o procedimento descrito por Fries e Getrost (1977). A concentração em mg L<sup>-1</sup> foi obtida em um fotocolorímetro de bancada, modelo Superfoto, marca Alfakit, com resolução de 0,001 mg L<sup>-1</sup> para concentração e de 0,01 para absorvância e precisão de 2%.

A Tabela 1 mostra a quantidade de cabeças de gado abatidas por semana a partir de sete dias antes do início das coletas de amostra de efluente e água. O número médio de cabeças de gado abatidas por semana no estabelecimento a partir do início de 2009 até o início do experimento foi praticamente o mesmo àquele durante as amostragens.

**Tabela 1.** Quantidade de cabeças de gado abatidas por semana a partir de sete dias antes do início das coletas de amostra de efluente e água.

Intervalo de dias	Quantidade de cabeças de gado abatidas	Volume afluído na ETE (m <sup>3</sup> )
03 à 9/8/2009	1534	3835,0
10 à 16/8/2009	1455	3637,5
17 à 23/8/2009	1698	4245,0
24 à 30/8/2009	1526	3815,0
31/8 à 6/9/2009	1750	4375,0
07 à 13/9/2009	1845	4612,5
14 à 20/9/2009	2123	5307,5

Fonte: Elaboração própria.

No decorrer do experimento, foram colhidos dados de precipitação através do Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás, provenientes de uma estação meteorológica automatizada instalada na cidade de Anápolis. No período entre 9 de agosto e 20 de setembro de 2009, ocorreram precipitações apenas nos dias 23 de agosto e 20 de setembro de 0,5 mm e 5,75 mm, respectivamente.

Os resultados obtidos pelas análises foram comparados aos padrões de lançamento descritos em Brasil (2005). As concentrações dos parâmetros de qualidade da água foram comparadas pelos testes de F e Tukey a 5% de significância. Também foram utilizados gráficos de *box-plot* para auxiliar a interpretação dos dados obtidos.

### 3 Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta as análises de variância realizadas para os parâmetros nitrogênio orgânico, íon amônio, nitrito, nitrato e comparação de médias dos parâmetros que foram significativos ao teste de F a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Resultados das análises de variância e resultado dos testes de média para os parâmetros, nitrogênio orgânico, íon amônio, nitrito e nitrato.

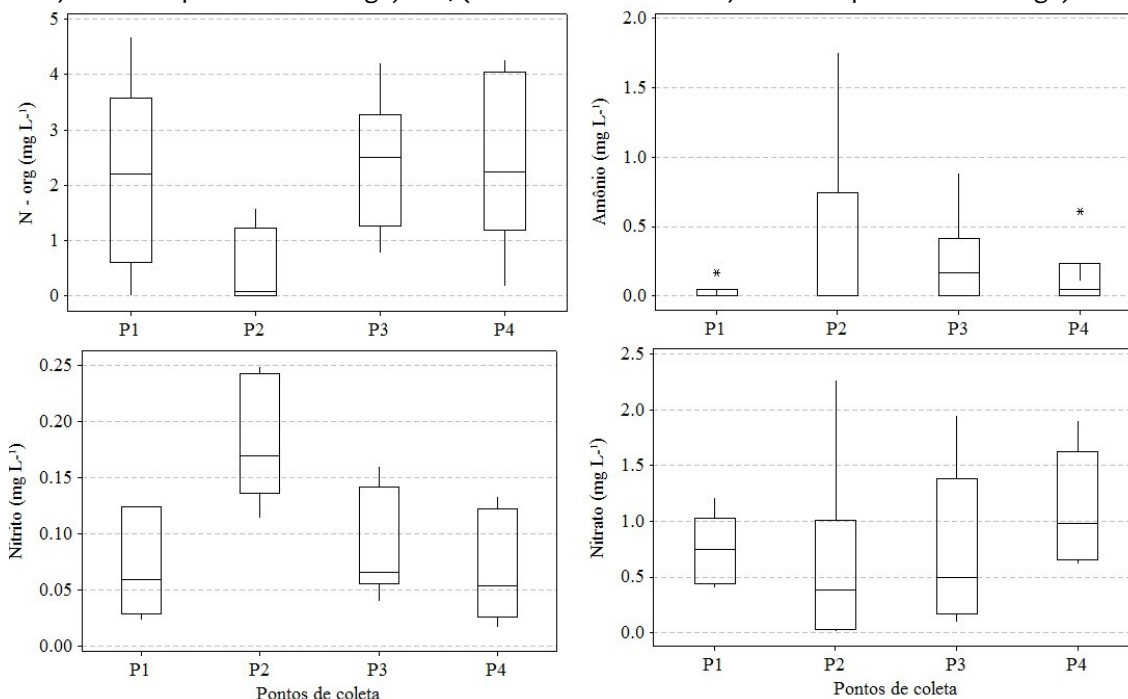
Parâmetro	Pontos de Análise				DP	F	cv (%)
	P1	P2	P3	P4			
N - org	2,18	0,47	2,39	2,40	1,3381	2,91ns	71,92
N-NH <sub>4</sub>	0,027	0,361	0,246	0,134	0,4077	0,75ns	212,46
N-NO <sub>2</sub>	0,070B	0,181A	0,088B	0,068B	0,0488	7,22*	48,03
N-NO <sub>3</sub>	0,753	0,610	0,731	1,112	0,6263	0,72ns	78,16

N - org: nitrogênio orgânico (mg L<sup>-1</sup>), N-NH<sub>4</sub>: íon amônio (mg L<sup>-1</sup>), N-NO<sub>2</sub>: nitrito (mg L<sup>-1</sup>), N-NO<sub>3</sub>: nitrato (mg L<sup>-1</sup>), DP: desvio padrão, F: teste de F, cv: coeficiente de variação, ns: não significativo, \*: significativo ao teste de F a 5% de probabilidade. Valores na horizontal seguidos por mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 1 mostra gráficos *box-plot* dos valores de nitrogênio orgânico, íon amônio, nitrito e nitrato obtidos.

**Figura 1.** *Box-plot* dos valores de nitrogênio orgânico, íon amônio, nitrito e nitrato obtidos para os pontos P1 (cinquenta metros a montante do ponto de descarga), P2 (descarga do efluente tratado), P3 (cinquenta metros a jusante do ponto de descarga) e P4 (cento e vinte metros a jusante do ponto de descarga).



Fonte: Elaboração própria.

#### 3.1 Nitrogênio orgânico

As concentrações de nitrogênio orgânico foram menores em P2 em relação aos demais pontos, ressaltando o processo de nitrificação ocorrido no sistema de tratamento de esgotos (Figura 1). A

maior variação de valores ocorreu em P1, mas houve também grande oscilação de concentrações de nitrogênio em P3 e P4.

Não houve variação nos valores médios encontrados nos diversos pontos para nitrogênio (Tabela 2), porém as maiores concentrações nos pontos analisados no Córrego Jurubatuba indicam a presença de lançamento de esgoto bruto, já a montante do lançamento do efluente tratado do frigorífico.

Conforme Feigin et al. (1991), efluentes secundários contêm muitas vezes altas concentrações de nitrogênio orgânico, que é susceptível à decomposição microbiana do solo, que o transforma em compostos inorgânicos simples disponíveis às plantas, como a amônia e o nitrato. Altas concentrações de nitrogênio orgânico, entretanto, não foram verificadas neste estudo.

### 3.2 Íon amônio

As concentrações de amônia apresentaram grande variação em P2 e P3, e no gráfico *box-plot*, P1 e P4 apresentaram pontos *outliers*, ou seja, com grande discrepância de valores em relação às outras quantidades obtidas (Figura 1). No processo de nitrificação em cursos d'água ou estações de tratamento, a amônia é oxidada a nitrito e este a nitrato. A amônia em sua forma livre é diretamente tóxica aos peixes (von Sperling, 2005).

Todos os pontos analisados apresentaram em média a mesma concentração de amônia, porém se pode notar ligeiro acréscimo na quantidade deste parâmetro após a mistura do efluente no corpo d'água, com tendência à redução após o ponto P3 (Tabela 2).

Brasil (2005) estabelece como padrão de qualidade de corpos hídricos classe 2, concentração máxima de  $5,6 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrogênio amoniacal em faixa de pH entre 7,5 e 8,0 e para lançamento de efluentes não mais que  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , condições presentes nos pontos avaliados.

### 3.3 Nitrito

A variabilidade das concentrações de nitrito obtidas é mostrada na Figura 1, sendo que os intervalos de dados em cada ponto se comportaram de forma mais uniforme que ao obtido para amônia. O maior intervalo entre *whiskers* foi 0,135 em P2. Esse ponto também apresentou o maior intervalo interquartil.

Avaliando-se a média dos resultados obtidos (Tabela 2), a concentração de nitrito em P2 foi superior a dos demais pontos, mostrando não haver a interferência do efluente tratado sobre a qualidade da água do Córrego Jurubatuba para este parâmetro. Como a resolução 357/2005 do CONAMA (Brasil, 2005) não dispõe de padrão de lançamento de efluentes para nitrito e para qualidade de corpos hídricos classe 2, os pontos de dois a quatro atenderam à legislação ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ).

Gomes et al. (2009), estudando o aporte de nutrientes e estado nutricional da cana-de-açúcar irrigada com efluente de ETE constituída por lagoas de estabilização no sistema australiano, obtiveram na análise do efluente um valor médio de  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ , valor muito inferior ao apurado em P1.

### 3.4 Nitrato

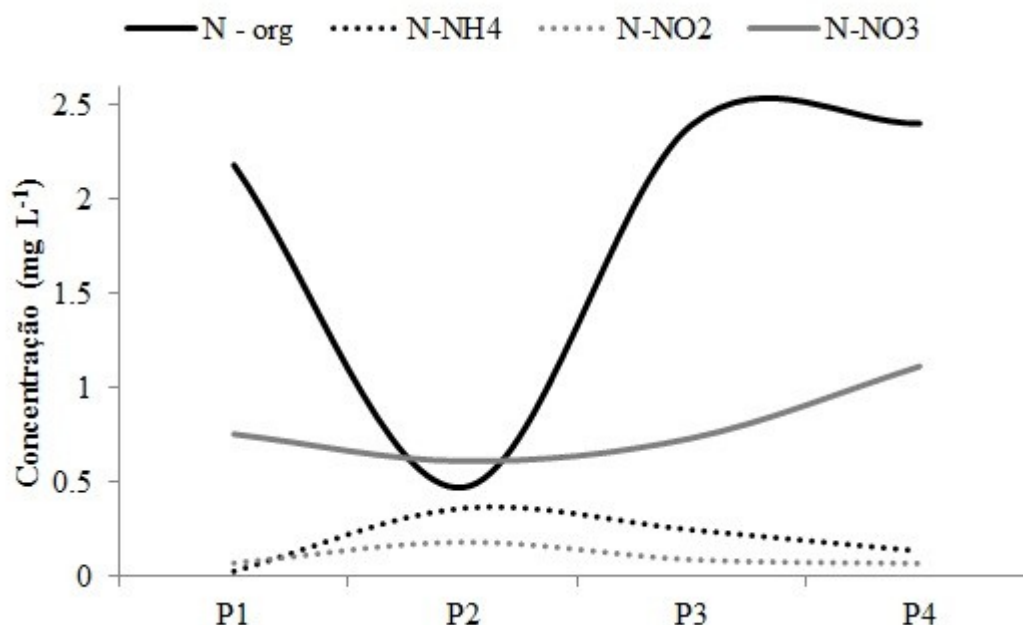
A forma mais oxidada, e menos prejudicial, em que se pode encontrar o nitrogênio em corpos d'água é o nitrato. Brasil (2005) apresenta que este parâmetro deve possuir concentração máxima de  $10,0 \text{ mg L}^{-1}$  em corpos hídricos classe 2, padrão atendido em P1, P3 e P4, como pode ser visto na Tabela 2 e na Figura 1. O comportamento geral dos valores de nitrato foram bem similares ao de nitrito, ocorrendo maior variação entre valor mínimo e máximo encontrado no ponto dois (Figura 1).

A análise de variância para esse parâmetro não se mostrou estatisticamente significativa ao teste de F a 5% de variação, não havendo, portanto, diferença entre os valores obtidos no efluente tratado e nos diversos pontos do Córrego Jurubatuba (Tabela 2).

Baumgartner et al. (2007) em avaliação de água residuária de uma lagoa de estabilização de dejetos suíno, obteve maior concentração de nitrato ( $0,08 \text{ mg L}^{-1}$ ) em relação a P2. Toledo e Nicolella (2002), investigando o índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano, encontraram uma média de nitrato ( $0,114 \text{ mg L}^{-1}$ ) inferior às encontradas em P1, P3 e P4 (Tabela 2).

A dinâmica das concentrações dos elementos nitrogenados pode ser vista na Figura 2.

**Figura 2.** Dinâmica das concentrações dos compostos nitrogenados avaliados nos pontos de amostragem de água.



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Von Sperling (2005), em efluente de tratamento com nitrificação, a forma predominante de nitrogênio é o nitrato, como observado em P2. Segundo o mesmo autor, cursos d'água em estágio intermediário de poluição apresentam traços de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito (em menores concentrações) e nitrato, como ocorrido no Córrego Jurubatuba.

## 4 Conclusão

O descarte do efluente tratado de abate bovino no córrego Jurubatuba não alterou a qualidade da água para os parâmetros estudados.

Através das análises da água pode-se inferir que há despejo de esgotos domésticos sem tratamento no corpo hídrico estudado, já a montante do despejo do efluente da ETE do frigorífico.

Em função das concentrações encontradas dos compostos nitrogenados no efluente tratado, conclui-se que houve processo de nitrificação do esgoto na ETE.

# Nitrogen compounds dynamics in a stream receiving cattle slaughter treated effluent

## Abstract

This study aimed to evaluate the nitrogen compounds concentrations in accordance with CONAMA Resolution 357/2005, tracing the dynamics of these in a stream receiving slaughter cattle treated effluent and to investigate a possible concentration change of the parameters studied according to the effluent disposal in the water body. Were analyzed the parameters: organic nitrogen, ammonium ion, nitrate and nitrite. The effluent was generated in a cattle slaughterhouse at Anápolis city, GO,

treated in three series stabilization ponds, two anaerobic and one facultative. The water sampling was performed with six replicates, between August 10 and September 21, 2009. The effluents discharge from cattle slaughter in the Jurubatuba Stream did not modify the water quality of the observed parameters. By the chemical analysis of the water can be inferred that there is discharge of sewage without treatment in the studied water body, before the slaughterhouse effluent discharge point.

**Key words:** Water quality. Nitrite. Wastewater.

\*Universidade Federal de Lavras, mthebaldi@posgrad.ufla.br

\*\*Universidade de Brasília, sandri@unb.br

\*\*\*Universidade Estadual de Goiás, abf87@globo.com

\*\*\*\*IBRAM, marcosathler@yahoo.com.br

## 5 Referências bibliográficas

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 19. ed. Washinton: American Public Health Association, 1995. 1193p.

BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S. C.; SILVA, T. R.; TEO, C. R. P. A.; BOAS, M. A. V. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.152-163. 2007.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. 18ª ed., São Paulo: CETESB, 1993, p.155-174.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Conselho Nacional do meio Ambiente. **Resolução nº 357**. Diário Oficial da União, 17 de março de 2005.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991, 233p.

FRIES, J.; GETROST, H. **Organic Reagents for Trace Analysis**, MERCK, 1977, p.236.

FRIES, J. **Análisis de Trazas. Métodos Fotométricos Comprobados**. MERCK, 1971, p. 130.

GOMES, T. M.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R.; SILVA, E.; SUNDEFELD JÚNIOR, G. C.; DEON, M. D.; PIVELI, R. P. Aporte de nutrientes e estado nutricional da cana - de - açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto com e sem desinfecção. **Revista DAE**, n. 180 especial, p. 19 – 25. 2009.

HU, B. New strategies for environmental water analysis. In: Proceedings of the international conference and exhibition on water and the environment, 2009, Stellenbosch. **Proceedings...** Stellenbosch: 2009. CD-Rom.

MEES, J.B.R., GOMES, S.D., VILAS BOAS, M.A., FAZOLO, A., SAMPAIO, S.C. Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using *Eichhornia crassipes* and evaluation of the generated biomass composting. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.3, p.466-473, 2009.

MERCK DARMSTADT. **The testing of water**. 9<sup>th</sup> edition, Germany, 1972, p. 161-166.

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. 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed., Belo Horizonte: DESA - UFMG, 2005. 452p.