

# Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Leonardo Tullio  
(Organizador)

Leonardo Tullio  
(Organizador)

# Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F723	Formação, classificação e cartografia dos solos [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-634-8 DOI 10.22533/at.ed.348192309  1. Cartografia. 2. Ciência do solo. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo.  CDD 625.7
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## APRESENTAÇÃO

Conhecer os processos envolvidos, bem como sua natureza faz-se necessário para entender a formação do solo e suas características. A pedogênese é o processo de formação do solo e revela fatores inerentes ao tempo.

Nesta obra vários artigos abordam esses fatores e contribuem para o conhecimento.

O processo de formação do solo envolve o tempo bem como a atuação de agentes externo e suas características são definidas de acordo com o ambiente existente no local. Isso reflete nas características físicas e químicas do solo, importantes no desenvolvimento das plantas.

A contribuição dos processos de formação do solo é sem dúvida primordial para o desenvolvimento sustentável. Ao passo que as pesquisas avançam e correlacionam os fatores, o entendimento sobre a formação do solo e suas interações são de extrema importância para a máxima eficiência das plantas.

Novas tecnologias são utilizadas para estudar os solos, sendo a cartografia uma delas, e contribui significativamente para o planejamento e análise do solo.

A classificação do solo envolve várias metodologias e parâmetros que são muitas vezes detalhados e requerem tempo e conhecimento específico sobre o tema, assim a utilização de técnicas cartográficas avançam e ganham novos rumos nestes estudos.

Desejo a todos uma boa leitura deste material.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
FORMAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS	
Marcos Gervasio Pereira Lúcia Helena Cunha dos Anjos Carlos Roberto Pinheiro Junior Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3481923091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>21</b>
MODELOS ESPECTRAIS DE PREDIÇÃO DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS	
Jean Michel Moura-Bueno Ricardo Simão Diniz Dalmolin Taciara Zborowski Horst-Heinen Nicolas Augusto Rosin Daniely Vaz da Silva Sangoi Luciano Campos Cancian Diego José Gris João Pedro Moro Flores	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3481923092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>34</b>
EFICIÊNCIA DE MÉTODOS MULTIVARIADOS NA PREDIÇÃO ESPACIAL DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO	
Taciara Zborowski Horst-Heinen Ricardo Simão Diniz Dalmolin Nicolas Augusto Rosin Daniely Vaz da Silva-Sangoi Jean Michel Moura-Bueno Luciano Campos Cancian Jordano Pereira Maffini João Pedro Moro Flores Diego José Gris	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3481923093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>48</b>
ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DE SOLO OCUPADO POR ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO NOROESTE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	
Willian Fernando de Borba José Luiz Silvério da Silva Pedro Daniel da Cunha Kemerich Éricklis Edson Boito de Souza Gabriel D'Avila Fernandes Bruno Acosta Flores Jacson Rodrigues França Carlos Eduardo Balestrin Flores	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3481923094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>58</b>
UMIDADE, DENSIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB EXTRAÇÃO DE ARGILA, USO	

**CAPÍTULO 6 ..... 66**

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE AGREGADOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO-RJ**

Marcos Gervasio Pereira  
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto  
Sandra de Santana Lima  
Otavio Augusto Queiroz dos Santos  
Igor de Sousa Morais  
Robert Ferreira  
Wanderson Farias da Silva Junior  
Eduardo Carvalho da Silva Neto  
Hugo de Souza Fagundes  
Yan Vidal de Figueiredo Gomes Diniz

DOI 10.22533/at.ed.3481923096

**CAPÍTULO 7 ..... 78**

**FÓSFORO LÁBIL E PH EM LATOSSOLOS REPRESENTATIVOS COM DIFERENTES USOS E MANEJO NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Fátima de Souza Gomes  
Rafael Alves dos Santos  
Caio Henrique Castro Martins  
Eliton Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3481923097

**CAPÍTULO 8 ..... 90**

**COBRE NO SOLO E O CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO**

Alex Negrini  
Rodrigo Ferreira da Silva  
Clovis Orlando Da Ros  
Alexandre Couto Rodrigues  
Andrea da Rocha Giovenardi  
Hilda Hildebrand Soriani  
Daniel Boeno

DOI 10.22533/at.ed.3481923098

**CAPÍTULO 9 ..... 99**

**TEORES DE NITROGÊNIO NO SOLO E NA ÁGUA EM PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE BRAÇO DO NORTE/SC**

Eliana Aparecida Cadoná  
Cledimar Rogério Lourenzi  
Eduardo Lorensi de Souza  
Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares  
Arcângelo Loss  
Paula Beatriz Sete

DOI 10.22533/at.ed.3481923099

**CAPÍTULO 10 ..... 107**

**ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA SOJA APÓS APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO**

COM E SEM REVOLVIMENTO DO SOLO

Valmor José Tomelero

Fabiana Schmidt

Fabiano Daniel de Bona

DOI 10.22533/at.ed.34819230910

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 115**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 116**



## TEORES DE NITROGÊNIO NO SOLO E NA ÁGUA EM PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE BRAÇO DO NORTE/SC

### **Eliana Aparecida Cadoná**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Solos  
Pelotas – Rio Grande do Sul

### **Cledimar Rogério Lourenzi**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural. Florianópolis – Santa Catarina

### **Eduardo Lorensi de Souza**

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Regional IV. Três Passos – Rio Grande do Sul

### **Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares**

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Microbiologia e Imunologia. Florianópolis – Santa Catarina

### **Arcângelo Loss**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural. Florianópolis – Santa Catarina

### **Paula Beatriz Sete**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural. Florianópolis – Santa Catarina

**RESUMO:** A atividade suinícola é uma importante fonte de renda para as propriedades agrícolas, principalmente nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. No entanto, gera volumes significativos de dejetos que,

normalmente, são aplicados como fonte de nutrientes em áreas agrícolas, o que pode ocasionar quadros de contaminação ambiental, tanto do solo, como da água. O objetivo deste trabalho é avaliar a possível contaminação de corpos hídricos superficiais e subterrâneos por nitrogênio, no solo e na água, de acordo com a legislação vigente, em uma propriedade suinícola localizada no município de Baço do Norte/Santa Catarina. Foram realizadas cinco coletas de água, entre julho de 2015 e junho de 2016 e uma coleta de solo no mês de dezembro/2015 em propriedade suinícola, para avaliar a possível contribuição do solo na contaminação de corpos hídricos. Os teores de N ( $N-NH_4^+$  e  $N-NO_3^-$ ) no solo e na água foram determinados por destilação micro-kjedahl. Observou-se que a contaminação de corpos hídricos por N, especialmente em áreas agrícolas com uso intensivo de dejetos de suínos, é um problema recorrente no sul do Brasil. Apesar dos resultados do estudo de caso indicar contaminação em apenas algumas das avaliações realizadas, é importante destacar que as transferências de N para corpos hídricos são sazonais, ocorrendo especialmente logo após as aplicações dos dejetos nas áreas agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amônio, Nitrito, Qualidade da Água.

## SOIL AND WATER NITROGEN LEVELS IN SWINE PROPERTY IN BRAÇO DO NORTE/SC

**ABSTRACT:** Pig farming is an important source of income for agricultural properties, especially in the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. However, it generates significant amounts of manure that is normally applied as a source of nutrients in agricultural areas, which can lead to environmental contamination of both soil and water. The objective of this work is to evaluate the possible contamination of surface and underground water bodies by nitrogen, in soil and water, according to the current legislation, in a pig farm located in the municipality of Braço do Norte/Santa Catarina. Five water collections were carried out between July 2015 and June 2016 and a soil collection in December/2015 in pig farm, to evaluate the possible contribution of soil in the contamination of water bodies. The contents of N ( $\text{N-NH}_4^+$  and  $\text{N-NO}_3^-$ ) in soil and water were determined by micro-kjedahl distillation. It was observed that the contamination of water bodies by N, especially in agricultural areas with intensive use of swine manure, is a recurrent problem in southern Brazil. Although the results of the case study indicate contamination in only some of the evaluations carried out, it is important to highlight that the N transfers to water bodies are seasonal, occurring especially soon after the applications of the waste in the agricultural areas.

**KEYWORDS:** Ammonium, Nitrate, Water Quality.

### 1 | INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade amplamente difundida e desenvolvida no Brasil, especialmente na região Sul, predominantemente nos estados de Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), gerando volumes significativos de dejetos que necessitam de destino adequado. Por causa do seu potencial fertilizante, os dejetos de suínos podem suprir total ou parcialmente as necessidades nutricionais das plantas (LOURENZI et al., 2013), por isso são utilizados como fonte de nutrientes em áreas agrícolas cultivadas, normalmente, com culturas de grãos e/ou pastagens. Entretanto, por apresentarem elevadas concentrações de alguns elementos, como o nitrogênio (N), apresentam alto risco de contaminação ambiental, devido ao grande volume produzido e a limitação de áreas para aplicação, uma vez que a suinocultura é desenvolvida, predominantemente, em pequenas propriedades (SCHERER et al., 2010).

O manejo inadequado dos dejetos, como as sucessivas aplicações nas mesmas áreas, pode causar o acúmulo excessivo de nutrientes e contaminantes no solo, como o N, fósforo (P) (CERETTA et al., 2010a; LOURENZI et al., 2013) e metais pesados (BASSO et al., 2012), facilitando o transporte desses elementos para mananciais hídricos, especialmente, via escoamento superficial (CERETTA et al., 2010b; GIROTTO et al., 2010; LOURENZI et al., 2015), mas também via lixiviação

(GIROTTTO et al., 2013; LOURENZI et al., 2015). Em relação ao N, a contaminação de corpos hídricos por amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), oriundos do uso de dejetos em áreas de lavouras, tem se mostrado uma das maiores problemáticas e temas de diversas pesquisas desenvolvidas, especialmente, no Sul do Brasil (CERETTA et al., 2010b; GIROTTTO et al., 2013).

Em locais onde a atividade suinícola é intensiva e constante, torna-se necessário o acompanhamento de parâmetros de qualidade ambiental, principalmente no que tange a qualidade da água e do solo (GIROTTTO et al., 2010). No estado de Santa Catarina, especificamente no município de Braço do Norte, localizado no Sul do Estado, encontra-se a maior produção de suínos por  $\text{km}^2$  do Brasil, sendo a principal fonte de renda do município. Assim, a aplicação dos dejetos de suínos nas lavouras como fonte de nutrientes é um fator que contribui em grande parte para a poluição dos recursos hídricos na região (GOMES, 2009). Dessa forma, no presente capítulo será apresentado um estudo de caso realizado em uma propriedade suinícola, localizada no município de Braço do Norte (SC), onde o uso de dejetos em áreas de lavouras ocorre de maneira intensiva. A ênfase do referido estudo de caso foi avaliar a contaminação de diferentes corpos hídricos e do solo por formas de N ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ) em virtude do uso de dejetos de suínos em áreas agrícolas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Braço do Norte, em propriedade agrícola com criação intensiva de suínos, inserida na microbacia hidrográfica do Rio Coruja/Bonito. O trabalho foi conduzido no período de julho/2015 a junho/2016, sendo realizadas cinco coletas de água (jul/15, out/15, dez/15, mar/16 e jun/16). Na propriedade selecionada para o estudo foram identificados os seguintes corpos hídricos poço de abastecimento humano (PA), nascente (NA) e açude (AD), sendo as coordenadas dos pontos apresentadas na tabela 1.

ID	Corpo hídrico	Altitude	Coordenada
PA	Poço de abastecimento	405 m	28°11'786" S 49°04'770" O
NA	Nascente	410 m	28°11'888" S 49°04'612" O
AD	Açude	403 m	28°11'807" S 49°04'639" O

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta.

Em cada fonte de água foram coletados, aproximadamente, 300 mL de água em cada uma das cinco coletas realizadas. Posteriormente, as amostras foram

armazenadas em caixa de isopor com gelo, até a chegada ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Tecidos Vegetais da UFSC. No laboratório, foram determinados os teores de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  através de destilação micro-kjedahl, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Em dezembro de 2015 também foi realizada uma coleta de solo em locais próximos aos corpos hídricos avaliados. A coleta foi realizada em triplica, nas seguintes profundidades: 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e conduzidas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Tecidos Vegetais onde, imediatamente, foram submetidas a determinação dos teores de N mineral conforme metodologia de extração e destilação descrito em Tedesco et al. (1995). Os teores de N do solo foram submetidos a análise de variância e, quando verificada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para os teores de N ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ) na água foram avaliados para a contaminação conforme valores vigentes através da Resolução nº357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as amostras de solo avaliadas, não foi verificada diferença nos teores de N mineral em profundidade no PA e NA (Tabela 2), enquanto que para o AD os maiores teores de N mineral foram observados nas camadas superficiais (Tabela 2). Esses resultados de baixo acúmulo de N mineral no solo são justificados pela dinâmica do N no sistema solo, o qual apresenta baixa interação às cargas dos colóides, independente da forma com que o N se encontra no solo ( $\text{N-NH}_4^+$  ou  $\text{N-NO}_3^-$ ). Essa grande mobilidade das formas de N no solo favorecem as transferências desse elemento para mananciais hídricos, tanto por escoamento superficial (CERETTA et al., 2010) quanto por percolação (GIROTTI et al., 2013). Nesse sentido, Silveira et al. (2011) salientam que as perdas de N no solo ocorrem, principalmente, pelas formas minerais solúveis ( $\text{N-NH}_4^+$  ou  $\text{N-NO}_3^-$ ) geralmente em processos intensos de precipitação, podendo provocar processos de eutrofização em corpos hídricos após esses eventos.

Profundidade, cm	N mineral (mg kg <sup>-1</sup> )		
	PA	NA	AD
0-5	16,33 ns	26,44 ns	33,83 a <sup>1</sup>
5-10	11,08	20,12	32,08 a
10-20	8,94	21,58	12,83 b
20-40	6,59	34,22	26,31 ab
CV, %	49,72	25,83	24,04

**Tabela 2.** Teores de N-mineral em diferentes profundidades no solo em cada local avaliado.

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula da coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ns: não significativo.

Em relação as amostras de água avaliadas, no PA os valores variaram de 0,58 mg L<sup>-1</sup> a 4,67 mg L<sup>-1</sup>, para o NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, e de 2,33 mg L<sup>-1</sup> a 11,67 mg L<sup>-1</sup>, para o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Figura 1). Para a NA, os teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> variaram de 1,40 mg L<sup>-1</sup> a 7,00 mg L<sup>-1</sup>, enquanto que para o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> os teores variaram de 0,88 mg L<sup>-1</sup> a 5,25 mg L<sup>-1</sup>. No ponto AD, os teores variaram de 1,28 mg L<sup>-1</sup> a 5,25 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para o N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, e variaram de 0,88 mg L<sup>-1</sup> à 3,50 mg L<sup>-1</sup>, para o NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

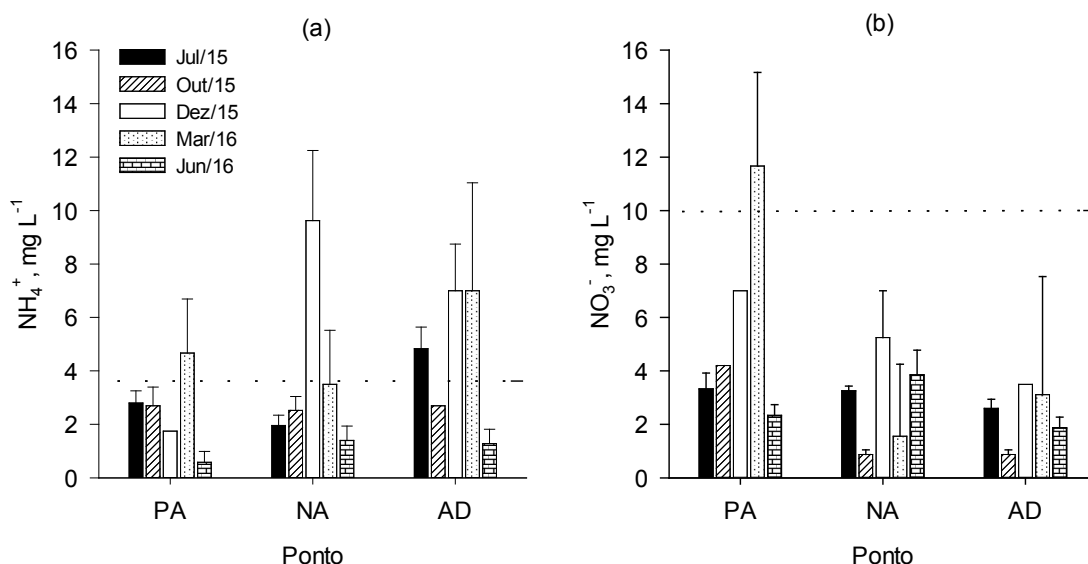


Figura 1. Teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (a) e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (b) em corpos hídricos em propriedade suinícola.

Linha tracejada indica os teores limítrofes de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (3,7 mg L<sup>-1</sup>) e de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (10 mg L<sup>-1</sup>), conforme Resolução nº357/2005.

Após a avaliação das cinco coletas realizadas, verificou-se contaminação dos corpos hídricos por NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no PA, apenas na coleta de Mar/16, na NA, apenas na coleta de Dez/15, e os maiores índices de contaminação foram observados no AD, com teores acima daqueles estabelecidos pela legislação nas coletas realizadas em Jul/15, Dez/15 e Mar/16 (Figura 1a). Considera-se que um corpo hídrico está contaminado com N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> quando o mesmo, segundo resolução nº 357/2005 do CONAMA, apresenta teores de Nitrogênio Amoniacal Total superiores à 3,7 mg L<sup>-1</sup> para pH<7,5. Esses resultados podem ser explicados pelo fato dos corpos hídricos NA e AD estarem localizados em uma região mais baixa do terreno e, possivelmente, recebem aporte de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> via escoamento superficial de áreas agrícolas adjacentes, nas quais são realizadas aplicações de dejetos de suínos ao longo do ano.

A transferência de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> por escoamento superficial ocorre, normalmente, nos primeiros dias após a aplicação dos dejetos de suínos no solo, como observado por Ceretta et al. (2005). Esses autores, ao avaliarem a transferência de nutrientes por escoamento superficial em Argissolo Vermelho submetido a aplicação das doses de 0, 20, 40 e 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dejetos de suínos, verificaram que a presença de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na

solução escoada superficialmente não ultrapassou os 40 dias após a aplicação dos dejetos. Além disso, Ceretta et al. (2005) também observaram que as transferências de  $\text{N-NH}_4^+$  por escoamento superficial pode representar até 14 do total de N aplicado ao solo via dejetos de suínos, o que pode significar um grande potencial poluente para os corpos hídricos.

Para os teores de  $\text{NO}_3^-$  somente o PA, na coleta de Mar/16, apresentou teores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº357/2005 (Figura 1b). No entanto, conforme CETESB (2005), quando os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  em corpos hídricos atingem o valor de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  já é um indicio de que a água está sendo contaminada por N, causando degradação da qualidade da mesma e problemas de saúde pública. Já Bouchard et al. (1992) afirmam que quando a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  atinge  $3 \text{ mg L}^{-1}$  indica contaminação por ação antropogênica, necessitando ações de monitoramento e recuperação das áreas contaminadas. Conceição et al. (2014) observaram que o  $\text{N-NO}_3^-$  é o composto nitrogenado que ocorre em maior frequência em corpos hídricos subterrâneos, podendo aumentar os casos de metahemoglobinemia e câncer. Em áreas com uso de dejetos de suínos, as transferências de  $\text{N-NO}_3^-$  por lixiviação podem chegar até 17% do total de N aplicado via dejetos, como observado por Girotto et al. (2013), sendo a presença de compostos nitrogenados, em diferentes estados de oxidação, indica condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, principalmente em poços de abastecimento humano, aumentando os casos endêmicos relacionados a esses compostos (SOUZA et al., 2015).

A presença das formas de N nos corpos hídricos avaliados não apresentou correlação com os teores de N mineral do solo, conforme também observado por CADONÁ et al (2018). Isso ocorre pelo fato de que o N é um elemento muito dinâmico no solo, sofrendo diversas transformações e processos de perdas, como por volatilização de amônia (BASSO et al., 2004), escoamento superficial (CERETTA et al., 2010b), lixiviação (GIROTTTO et al., 2013) e emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  (GONZATTO et al., 2013), sendo que essas perdas são mais acentuadas, predominantemente, em momentos imediatamente após as aplicações de N no solo, independente da fonte de nutriente utilizada. Dessa forma, o acúmulo de N no solo é pequeno, não apresentando relação com a presença desse elemento em corpos hídricos.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação de corpos hídricos por N, especialmente em áreas agrícolas com uso intensivo de dejetos de suínos, é um problema recorrente no sul do Brasil. Apesar dos resultados do estudo de caso indicar contaminação em apenas algumas das avaliações realizadas, é importante destacar que as transferências de N para corpos hídricos são sazonais, ocorrendo especialmente logo após as aplicações dos dejetos nas áreas agrícolas.



## REFERÊNCIAS

- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; PAVINATO, P.S.; SILVEIRA, M.J. **Perdas de nitrogênio de dejetos líquido de suínos por volatilização de amônia.** Ciência Rural, v.34, p.1773-1778, 2004
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; FLORES, E. M. de M.; GIROTTTO, E. **Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquido de suínos.** Ciência Rural, v. 42, p. 653-659, 2012
- BERTOL, O.J.; RIZZI, N.E.; FEY, E.; LANA, M. do C. **Perda de nutrientes via escoamento superficial no sistema plantio direto sob adubação mineral e orgânica.** Ciência Rural, v.41, 1914-1920, 2011
- BOUCHARD, D.C.; WILLIAMS, M.K.; SURAMPALLI, R. Y. **Nitrate contamination of groundwater, sources and potential health effects.** Journal of the American Water Works Associations, v.84, p. 85-90, 1992
- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- CADONÁ, E.A; LOURENZI, C.R; SOUZA, E.L. de; RAMPINELLI, E.C.; SANTOS, M. L. dos; SETE, P.B.; SOARES, C.R.F.S. **Contaminação por Nitrogênio e fósforo de águas destinadas ao consumo humano em região com intensa atividade suinícola.** Geociências, v.37, p.377-396, 2018
- CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; VIEIRA, F.C.B.; HERBES, M.G.; MOREIRA, I.C.L.; BERWANGER, A.L. **Dejetos líquido de suínos: I – perdas de nitrogênio e fosforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto.** Ciência Rural, v.35, p.1296-1304, 2005
- CERETTA, C.A.; GIROTTTO, E.; LOURENZI, C.R.; TRENTIN, G.; VIEIRA, R.C.B.; BRUNETTO, G. **Nutrient transfer by runoff under no tillage in a soil treated with successive applications of pig slurry.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v.139, p.689-699, 2010b
- CERETTA, C.A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTTO, E.; GATIBONI, L.C.; LOURENZI, C.R.; TIECHER, T.L.; CONTI, L. de; TRENTIN, G.; MIOTTO, A.E. **Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos suínos em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p. 593-602, 2010
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Decisão de diretoria nº195-2005. Disponível em: < <https://www.agsolve.com.br/pdf/artigos/novatabelacetesb2005.pdf>>. Acesso em 10/06/2019 às 14:35.
- CONCEIÇÃO, F.T. da; MAZZINI, F.; MORUZZI, R.B.; NAVARRO, G.R.B. **Influências naturais e antrópicas na qualidade da água subterrânea de poços de abastecimento público na área urbana de Marília (SP).** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.19, p. 227-238, 2014
- GIROTTTO, E.; CERETTA, C.A.; DOS SANTOS, D.R.; BRUNETTO, G.; ANDRADE, J.G. de; ZALAMENA, J. **Formas de perda de cobre e fósforo em água de escoamento superficial e percolação em solo sob aplicações sucessivas de dejetos líquido de suínos.** Ciência Rural, v. 40, p.1948-1954, 2010
- GIROTTTO, E.; CERETTA, C.A.; LOURENZI, C.R.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; VIEIRA, R.C.B.; TRENTIN, G.; BASSO, C.J.; MIOTTO, A.; BRUNETTO, G. **Nutrient transfer by leaching in a no-tillage system through soil treated with repeated pig slurry applications.** Nutrient, Cycling Agroecosystems, v.95. p.115-131, 2013
- GOMES, A. V. **Potencial de geração de energia através da gestão dos dejetos na suinocultura a sub-bacia hidrográfica do Rio Coruja/Bonito em Braço do Norte-SC.** Trabalho de Conclusão de

Curso da Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2009, 64 p.

GONZATTO, R.; MIOLA, E.C.C.; DONEDA, A.; PUJOL, S.B.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J. **Volatilização de amônia e emissão de óxido nitroso após aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo cultivado com milho.** Ciência Rural, v.43, p.1590-1596, 2013

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; GIROTTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; BRUNETTO, G. **Nutrients in layers of soil under no-tillage treated with successive applications of pig slurry.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.157-167, 2013.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; TIECHER, T.L.; LORENSINI, F.; CANCIAN, A.; STEFANELLO, L.; GIROTTTO, E.; VIEIRA, R.C.B.; FERREIRA, P.A.A.; BRUNETTO, G. **Forms of phosphorus transfer in runoff under no-tillage in a soil treated with successive swine effluents applications.** Environmental, Monitoring & Assessment, v.187, p.1-16, 2015

FIGUEIREDO, C.; CERETTA, C.A.; GIACOMINI, S.J.; TRENTIN, G.; LORENSINI, F. **Liberção do N em solos de diferentes texturas com ou sem adubos orgânicos.** Ciência Rural, v.42, p. 1187-1192, 2012

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z. **Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.34, p. 1375-1383, 2010

SILVEIRA, F. M.; FAVARETTO, N.; DIECKOW, J.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F.M.; SILVA, E.D.B. **Dejeto líquido de bovino em plantio direto: perda de Carbono e Nitrogênio por escoamento superficial.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p. 1759-1767, 2011

SOUZA, J. A. R. de; MOREIRA, D. A.; CONDÉ, N.M.; CARVALHO, W. B. de; MIRANDA E CARVALHO, C.V. **Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG.** Ambiente e Água, v. 10, p. 614-620, 2015

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Boletim Técnico nº 5, 2ª ed. rev. e amp., Porto Alegre: Departamento de Solo, UFRGS, 1995, 174 p.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LEONARDO TULLIO** Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Amônio 99, 101

Argila 6, 9, 10, 12, 13, 16, 18, 38, 39, 40, 42, 46, 48, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 72, 92

### C

Calagem 56, 85, 86, 88, 107, 108, 109, 112, 114

Contaminação 48, 49, 54, 56, 90, 91, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Coprólitos de minhocas 66, 67, 69, 74, 75, 76

### D

Diagnóstico 17, 114

Disponibilidade 19, 63, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 109, 112

### E

Espécies exóticas 90

Espectroscopia 22, 23, 32

### F

Fertilidade 3, 17, 18, 35, 78, 86, 114

Fitorremediação 90

### G

Gessagem 107

*Glycine max* 60, 107, 108

Granulometria 32, 34, 38, 39, 49, 51, 52, 87

### L

Limites de Aterberg 49

### M

Manejo do solo 10, 59, 60, 67, 75, 79, 80, 83, 111

Mapeamento 21, 22, 23, 24, 32, 36, 39, 45, 46, 109

Metais pesados 90, 92, 100, 105

Modelagem espacial 34, 36

Morfologia de solos 1

### N

Nitrato 99, 101

Nodulação 107, 112, 113

Nutrientes 4, 19, 59, 73, 75, 84, 85, 89, 97, 99, 100, 101, 103, 105, 107, 108, 111,

112, 114

## **O**

Organossolos 3, 66, 67, 69, 76

## **P**

Pedogênese 1, 4, 5, 19

Pedologia 1, 2, 19, 34

Pedometria 22, 34

Perfil de solo 1, 7, 9, 10, 70, 108

Propriedades do solo 22, 23, 24, 59

## **Q**

Qualidade 22, 28, 31, 34, 35, 58, 59, 60, 63, 64, 66, 67, 72, 75, 79, 80, 86, 88, 89, 99, 101, 104, 105, 109

## **R**

Respiração basal do solo 58, 61, 62, 63

## **S**

Serra Geral 37, 49, 50, 51, 56, 81

Sistemas de preparo 107, 109, 111, 112, 113

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-634-8



9 788572 476348