

**Leonardo Tullio  
(Organizador)**

**CARACTERÍSTICAS DOS  
SOLOS E SUA INTERAÇÃO  
COM AS PLANTAS**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Leonardo Tullio  
(Organizador)

# **Características dos Solos e sua Interação com as Plantas**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C257 Características dos solos e sua interação com as plantas [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 978-85-7247-185-5

DOI 10.22533/at.ed.855191403

1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo.

CDD 625.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Características dos solos e sua interação com as plantas” aborda uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área da Ciência do Solo.

O envolvimento das plantas com o solo requer conhecimento técnico de alto nível, pois a interação Solo – Planta – Ambiente é sem dúvida um universo complexo de informações e resultados que são influenciados por vários agentes externos e internos e que respondem no potencial produtivo de uma cultura. Entretanto, essa interação exige modelagem de dados que muitas vezes são inacabáveis, fazendo assim estimativas conforme os parâmetros estudados.

Porém, com a pesquisa voltada cada vez mais para o estudo do ambiente como um complexo sistema de produção, torna-se favorável para conhecer mais sobre os processos químicos, físicos e biológicos envolvidos no solo e na planta.

Assim, o conhecimento da relação Solo - Planta é fundamental para o entendimento desse sistema de produção, no qual a sua interação com as diversas características define seu potencial.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas surjam neste contexto.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CLASSIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO QUANTO À RESPOSTA E EFICIÊNCIA NO USO DO POTÁSSIO	
<i>Lucas Carneiro Maciel</i>	
<i>Weder Ferreira dos Santos</i>	
<i>Rafael Marcelino da Silva</i>	
<i>Layanni Ferreira Sodré</i>	
<i>Eduardo Tranqueira da Silva</i>	
<i>Fernando Assis de Assunção</i>	
<i>Lázaro Tavares da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8551914031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DAS FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE NEOSSOLOS E SUAS RELAÇÕES COM A GEOMORFOLOGIA DE UMA CATENA DO PAMPA	
<i>Daniel Nunes Krum</i>	
<i>Julio César Wincher Soares</i>	
<i>Lucas Nascimento Brum</i>	
<i>Jéssica Santi Boff</i>	
<i>Higor Machado de Freitas</i>	
<i>Pedro Maurício Santos dos Santos</i>	
<i>Gabriel Rebelato Machado</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8551914032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
EFEITOS DAS FORMAS DE MANEJO SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO TÍPICO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS	
<i>Valéria Escaio Bubans</i>	
<i>Adriano Udich Bester</i>	
<i>Murilo Hedlund da Silva</i>	
<i>Tagliane Eloíse Walker</i>	
<i>Leonir Terezinha Uhde</i>	
<i>Cleusa Adriane Menegassi Bianchi</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8551914033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>28</b>
EFFECTS OF SOIL, SPATIAL PARAMETERS AND FOLIAR PHENOLIC CONTENTS ON ENTOMOFAUNA VARIABILITY IN PEQUIZEIRO	
<i>Deomar Plácido da Costa</i>	
<i>Gislene Auxiliadora Ferreira</i>	
<i>Suzana Costa Santos</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8551914034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
EFICIÊNCIA DE AQUISIÇÃO DE NUTRIENTES DO CAPIM-TIFTON 85 ADUBADO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS	
<i>Alexandra de Paiva Soares</i>	
<i>Oscarlina Lúcia dos Santos Weber</i>	
<i>Cristiane Ramos Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8551914035</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 47**

ESTRATÉGIA NA SELEÇÃO DE MILHO QUANTO A EFICIÊNCIA AO NITROGÊNIO NO ESTADO DO PARÁ SAFRA 2017/2018

*Weder Ferreira dos Santos*  
*Elias Cunha de Faria*  
*Layanni Ferreira Sodré*  
*Rafael Marcelino da Silva*  
*Eduardo Tranqueira da Silva*  
*Fernando Assis de Assunção*  
*Lázaro Tavares da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.8551914036**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

*Lucas Nascimento Brum*  
*Julio César Wincher Soares*  
*Daniel Nunes Krum*  
*Jéssica Santi Boff*  
*Higor Machado de Freitas*  
*Pedro Maurício Santos dos Santos*  
*Vitória Silva Coimbra*  
*Matheus Ribeiro Gorski*  
*Thaynan Hentz de Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.8551914037**

**CAPÍTULO 8 ..... 65**

ÍNDICE DE ESTRATIFICAÇÃO DE CARBONO EM ÁREAS DE EXPANSÃO DA AGRICULTURA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

*Nádia Goergen*  
*Felipe Bonini da Luz*  
*Ijésica Luana Streck*  
*Marcos André Bonini Pires*  
*Jovani de Oliveira Demarco*  
*Vanderlei Rodrigues da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.8551914038**

**CAPÍTULO 9 ..... 74**

NUTRITIONAL AND PHENOLOGICAL INFLUENCE IN ESSENTIAL OILS OF *Eugenia dysenterica* ("CAGAITEIRA")

*Yanuzi Mara Vargas Camilo*  
*Eudécio Bonfim dos Santos Dias*  
*Eli Regina Barboza de Souza*  
*Suzana Costa Santos*  
*José Realino de Paula*  
*Pedro Henrique Ferri*

**DOI 10.22533/at.ed.8551914039**

**CAPÍTULO 10 ..... 88**

QUIMIOVARIAÇÕES EM CASCAS E SEMENTES DE JABUTICABAS EM FUNÇÃO DOS NUTRIENTES DO SOLO DE CULTIVO DOS FRUTOS

*Gustavo Amorim Santos*  
*Luciane Dias Pereira*  
*Suzana da Costa Santos*

*Pedro Henrique Ferri*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140310**

**CAPÍTULO 11 ..... 103**

RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO SOBRE EFEITO DE INOCULAÇÃO EM DIFERENTES DOSAGENS DE NITROGÊNIO

*Leandro dos Santos Barbosa*

*Fernando Zuchello*

*Paula Fernanda Chaves Soares*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140311**

**CAPÍTULO 12 ..... 112**

SOLUÇÕES CONSERVANTES EM ARMADILHAS *PITFALL TRAPS* PARA CAPTURA DA FAUNA EPIEDÁFICA

*Ketrin Lohrayne Kubiak*

*Dinéia Tessaro*

*Jéssica Camile Silva*

*Luis Felipe Wille Zarzycki*

*Karina Gabrielle Resges Orives*

*Regiane Franco Vargas*

*Maritânia Santos*

*Bruno Mikael Bondezan Pinto*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140312**

**CAPÍTULO 13 ..... 127**

USO DE COVARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA A PREDIÇÃO ESPACIAL DO CONTEÚDO DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

*Nícolás Augusto Rosin*

*Ricardo Simão Diniz Dalmolin*

*Jean Michel Moura-Bueno*

*Taciara Zborowski Horst*

*João Pedro Moro Flores*

*Diego José Gris*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140313**

**CAPÍTULO 14 ..... 136**

USO DO BIOATIVADOR DE SOLO E PLANTA NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

*Cláudia Fabiana Alves Rezende*

*Rodrigo Caixeta Pinheiro*

*Jéssica de Lima Pereira*

*Carlos Henrique Melo*

*Thiago Rodrigues Ramos Farias*

*João Maurício Fernandes Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140314**

**CAPÍTULO 15 ..... 148**

UTILIZAÇÃO DE PSEUDO-AMOSTRAGEM NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO POLÊSINE-RS UTILIZANDO FLORESTA ALEATÓRIA

*Daniely Vaz Rodrigues da Silva*

*Ricardo Simão Diniz Dalmolin*

*Jéssica Rafaela da Costa*

*Jean Michel Moura-Bueno*

*Cândida Regina Müller*

*Beatriz Wardzinski Barbosa*

**DOI 10.22533/at.ed.855191403**

**CAPÍTULO 16 ..... 156**

VARIABILIDADE E CORRELAÇÕES ESPACIAIS DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, SOB CULTIVO MÍNIMO, NUMA CATENA DO PAMPA

*Jéssica Santi Boff*

*Julio César Wincher Soares*

*Claiton Ruviano*

*Kauã Ereno Fumaco*

*Daniel Nunes Krum*

*Pedro Maurício Santos dos Santos*

*Higor Machado de Freitas*

*Lucas Nascimento Brum*

*Vitória Silva Coimbra*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140316**

**CAPÍTULO 17 ..... 168**

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA MATÉRIA ORGÂNICA, FÓSFORO E POTÁSSIO DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

*Higor Machado de Freitas*

*Julio César Wincher Soares*

*Pedro Maurício Santos dos Santos*

*Daniel Nunes Krum*

*Lucas Nascimento Brum*

*Jéssica Santi Boff*

*Matheus Ribeiro Gorski*

*Thaynan Hentz de Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.85519140317**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 176**

## VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA MATÉRIA ORGÂNICA, FÓSFORO E POTÁSSIO DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

### **Higor Machado de Freitas**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Julio César Wincher Soares**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Pedro Maurício Santos dos Santos**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Topografia e Geotecnologias – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Daniel Nunes Krum**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Lucas Nascimento Brum**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Jéssica Santi Boff**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Matheus Ribeiro Gorski**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de

Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

### **Thaynan Hentz de Lima**

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Solos – URI – Campus – RS, Avenida Batista Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

**RESUMO:** A fertilidade do solo consiste em um conjunto de características químicas, físicas e biológicas, para que a planta consiga expressar o seu potencial máximo de produtividade. As variações da matéria orgânica do solo (MOS), do fósforo (P) e do potássio (K) estão relacionadas com o uso e manejo dos solos. O estudo da variabilidade espaço-temporal das propriedades químicas dos solos é de suma importância para a gestão conservacionista da paisagem. O objetivo do presente trabalho foi de avaliar a variabilidade espacial e temporal da matéria orgânica do solo, fósforo e potássio de NEOSSOLOS, após a inserção da cultura da soja, com preparo convencional. O trabalho foi realizado numa encosta de 1,17 ha na Fazenda Escola da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santiago, RS. A variabilidade da MOS, do P e do K foi avaliada pela análise estatística descritiva e por técnicas de geoestatística.

Por se tratar de 52 amostras por ocupação, a hipótese de normalidade dos dados foi examinada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, com 99 % de significância, Estabeleceram-se semivariogramas para possibilitar a avaliação quantitativa das variáveis regionalizadas, com o interpolador de krigagem ordinária. O teor de MO foi determinado pelo método colorimétrico; o P por sua vez, foi determinado por colorimetria e o K por fotometria de chama. Para P, ocorreu o incremento nos teores deste elemento, após a inserção da cultura da soja, e este processo pode estar atrelado a adubação pré-semeadura e ao aproveitamento da cultura. As perdas de K por volatilização e os processos erosivo são em geral baixas, já a absorção via cultura é maior comparado com o P. A densidade amostral foi de grande importância para a definição das variáveis com exatidão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fertilidade química, agricultura de precisão, manejo e conservação do solo.

**ABSTRACT:** Soil fertility consists of a set of chemical, physical and biological characteristics, so that the plant is able to express its maximum productivity potential. Changes in soil organic matter (SOM), phosphorus (P) and potassium (K) are related to soil use and management. The study of spatio-temporal variability of soil chemical properties is of paramount importance for landscape conservation management. The objective of the present work was to evaluate the spatial and temporal variability of the soil organic matter, phosphorus and potassium of NEOSSOLOS, after the insertion of the soybean crop, with conventional preparation. The work was carried out on a slope of 1.17 ha in the School Farm of the Integrated Regional University of Upper Uruguay and the Missions, Campus de Santiago, RS. The variability of the MOS, P and K was evaluated by descriptive statistical analysis and by geostatistics techniques. Because of the 52 samples per occupation, the hypothesis of normality of the data was examined by the Kolmogorov-Smirnov test, with 99% significance. Semivariograms were established to allow the quantitative evaluation of the regionalized variables with the ordinary kriging interpolator. The OM content was determined by the colorimetric method; P was determined by colorimetry and K by flame photometry. For P, there was an increase in the contents of this element, after the insertion of the soybean crop, and this process may be tied to the pre-sowing fertilization and the utilization of the crop. The losses of K by volatilization and the erosive processes are generally low, since the absorption through culture is higher compared to P. The sample density was of great importance for the definition of the variables with accuracy.

**KEYWORDS:** Chemical Fertility, Precision Agriculture, Soil Management and Conservation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo consiste num conjunto de características químicas, físicas e biológicas, para que uma planta consiga expressar o seu potencial máximo de produtividade.

Pode ser considerado um solo fértil quimicamente aquele que apresenta quantidades balanceadas de todos os nutrientes, em condições de serem absorvidos pelas plantas. Por serem fatores que afetam o crescimento das plantas, as características dos solos podem determinar a produtividade das culturas (FREIRE et al., 2013).

A aplicação da agricultura de precisão envolve diferentes medidas dos fatores de produção, tendo em vista a variação espaço-temporal do potencial produtivo do meio agrícola e de suas necessidades específicas, de forma que proporcione um aumento na eficiência da sua utilização e assim, melhore o rendimento econômico e reduza o impacto ambiental da atividade (COELHO et al., 2004).

O estudo da variabilidade espaço-temporal das propriedades químicas dos solos é de suma importância para a gestão conservacionista da paisagem. As variações da matéria orgânica do solo (MOS), do fósforo (P) e do potássio (K) estão relacionadas com o uso e manejo dos solos, determinando assim, a sua qualidade.

O manejo inadequado do solo pode culminar na sua degradação, através dos processos erosivos e das mudanças no uso e ocupação das terras, gerando uma redução significativa na fertilidade do solo (LEITE et al., 2010). A MOS é um ótimo indicador de qualidade do solo e a sua importância em relação à fertilidade, é amplamente reconhecida (REICHERT et al., 2003).

A presença da MOS provoca uma melhoria na eficiência da adubação fosfatada, por meio da liberação de ácidos orgânicos, permitindo assim, que o P fique mais disponível às plantas (BOT & BENITES, 2005).

Nos tecidos vegetais, o K é o cátion mais abundante, sendo absorvido pelas raízes em altas quantidades na forma do íon  $K^+$  (MEURER, 2006). Segundo Brady (1989), o K é demandado em amplas quantidades pelas culturas, podendo igualar-se as quantidades de nitrogênio e acumular-se nos resíduos, três ou quatro vezes mais que o P.

Trabalhos como de Vieira et al. (1981); Vieira et al. (1983), Souza et al. (1998) e Berg & Oliveira (2000) demonstram que, através das técnicas geoestatísticas, a variabilidade do solo não é puramente aleatória, pois apresenta correlação ou dependência espacial.

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar a variabilidade espacial e temporal da matéria orgânica do solo, fósforo e Potássio de NEOSSOLOS, após a inserção da cultura da soja, com preparo convencional.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa Catena de 1,17 ha, localizada na Fazenda Escola da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santiago, com coordenadas UTM 705573.07 (m) N e 6769119.44 (m) E (SIRGAS2000, fuso 21J – Meridiano Central -57).

Conforme a classificação de Köppen, o tipo climático regional é o Cfa, subtropical úmido, com precipitação abundante em todos os meses do ano, perfazendo uma precipitação anual de 1.919 mm, com temperatura média anual de 17,9 °C (MORENO, 1961). O relevo apresenta feições de suave ondulado a ondulado, com altitude média de 394 metros. A área de estudo é formada por polipedons de NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos, sob campo nativo, com mais de três décadas de ocupação.

Foram coletadas amostras em NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos num total de 52 pontos de prospecções, em dois momentos, no primeiro ano (2016) com campo nativo, e no ano seguinte, o plantio convencional da soja (2017), com adubação pré-plantio. Foi utilizada uma malha, com intervalos regulares de 15 x 15 m, na profundidade de 0,0 – 0,20 m. Nas amostras coletadas determinaram-se os teores de MOS e o P, pelo método colorimétrico, o K, por sua vez, foi determinado em espectrofotômetro de chama, conforme Tedesco et al. (1995).

Para a locação dos pontos foi utilizado um receptor GNSS (Global Navigation Satellite System) de dupla frequência (L1/L2) marca e modelo Leica Viva GS15, e disponibilidade de RTK (Real Time Kinematic).

A variabilidade espacial foi avaliada pela análise estatística descritiva e por técnicas de geoestatística, utilizando o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS® 10.5.1. Foram utilizados os limites de coeficiente de variação (CV) estabelecidos por Warrick e Nielsen (1980), para a classificação da variabilidade das propriedades analisadas, sendo:  $CV < 12\%$ ,  $12\% < CV < 60\%$  e  $CV > 60\%$ , considerados de baixa, média e alta variabilidade, respectivamente.

O grau de dependência espacial (GDE) foi classificado conforme Cambardella et al. (1994), onde a dependência espacial é fraca, quando a razão do efeito pepita for superior a 75 % do patamar, a dependência espacial moderada, quando a razão do efeito pepita for superior a 25 % e inferior ou igual a 75 % do patamar e a dependência espacial forte, quando a razão do efeito pepita for inferior ou igual a 25 % do patamar.

Posteriormente, utilizou-se o software ArcGIS® 10.5.1 para a elaboração dos mapas de variabilidade espacial das variáveis preditas pelo interpolador de krigagem.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados referentes às análises descritivas da MOS, P e K apresentam distribuição normal, conforme Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 99% de significância (TABELA 1).

Ocupação	Propriedade	Casos	Mínimo	Máximo	Média	C (%)	V	K-S	SIG
Campo Nativo	MO	52	23,98	89,41	32,47	28,28	1,53	0,02	
	K	52	0,12	1,78	0,38	64,39	1,25	0,09	
	P	52	0,14	7,30	3,06	55,66	1,46	0,03	
Soja com plantio convencional	MO	52	2,43	37,34	25,40	19,86	0,98	0,28	
	K	52	0,05	0,56	0,35	29,46	0,88	0,42	
	P	52	2,80	9,70	5,33	25,34	1,11	0,16	
Saldo	MO	52	-65,17	7,45	-7,08	10,31	0,98	0,28	
	K	52	-1,42	0,24	-0,03	0,23	0,88	0,42	
	P	52	-3,40	7,27	2,27	1,92	1,113	0,16	

Tabela 1 - Análise estatística descritivas da matéria orgânica, fósforo e potássio de NEOSSOLOS, em diferentes momentos.

MO: Matéria Orgânica. P: Fósforo. K: Potássio. CV: Coeficiente de Variação. K-S: Teste de Kolmogorov-Smirnov. Sig:Significância(p<0,01).

A análise da estatística descritiva, da área com campo nativo, revela que os valores da MOS possuem média de 32,47 g Kg<sup>-1</sup>. O P apresentou valores médios de 3,06 mg/dcm<sup>3</sup>. Por fim, o K demonstrou média de 0,38 cmol/dcm<sup>3</sup> (TABELA 1).

Nesta mesma área, após a introdução do plantio convencional, a MOS apresentou média de 25,40 g Kg<sup>-1</sup>. O P teve demonstrou valor médio de 5,33 mg/dcm<sup>3</sup>. Já o K demonstrou valor médio de 0,35 cmol/dcm<sup>3</sup> (TABELA 1).

Conforme a Tabela 1 observa-se nos valores de saldo do P que, ocorreu o incremento nos teores deste elemento, após a inserção da cultura, e este processo pode estar atrelado a adubação pré-semeadura e ao aproveitamento da cultura.

As perdas de K por volatilização e os processos erosivo são em geral baixas, já a absorção via cultura é maior comparado com o P. Em um trabalho realizado por Guadagnin (2003), durante cultivos, o autor observou que as perdas totais de P e K por processos erosivos diminuem do início ao final do ciclo das culturas.

Na análise geoestatística dos saldos, o modelo que melhor se ajustou para a MO foi o exponencial, com um alcance de 170,26 m, patamar de 94,41 e efeito pepita de 49,49. A dependência espacial foi classificada como moderada, com GDE de 52,42 %. O P se ajustou ao modelo gaussiano, com alcance de 28,84 m, patamar de 2,74 e efeito pepita de 0,37; dependência espacial forte, com um GDE de 13,84. Por fim, o K ajustou-se ao modelo exponencial, com alcance de 66,85 m, patamar de 0,03 e efeito pepita de 0,02, com dependência espacial fraca e GDE de 83,40 % (TABELA 2).

Propriedade	MO	P	K
Modelo	Exponencial	Gaussiano	Exponencial
Alcance	170,26	28,84	66,55

Patamar	94,41	2,74	0,03
Pepita	49,49	0,37	0,02
M	0,605	-0,023	0,009
RMS	10,479	1,375	0,218
MS	0,061	-0,009	0,037
RMSS	1,102	1,020	1,038
ASE	9,434	1,324	0,207
DE	Moderada	Forte	Fraca
GDE(%)	52,42	13,84	83,40

**Tabela 2** - Análise geoestatística dos saldos da matéria orgânica, fósforo e potássio de NEOSSOLOS, após a inserção da cultura da soja, com preparo convencional, sob campo nativo.

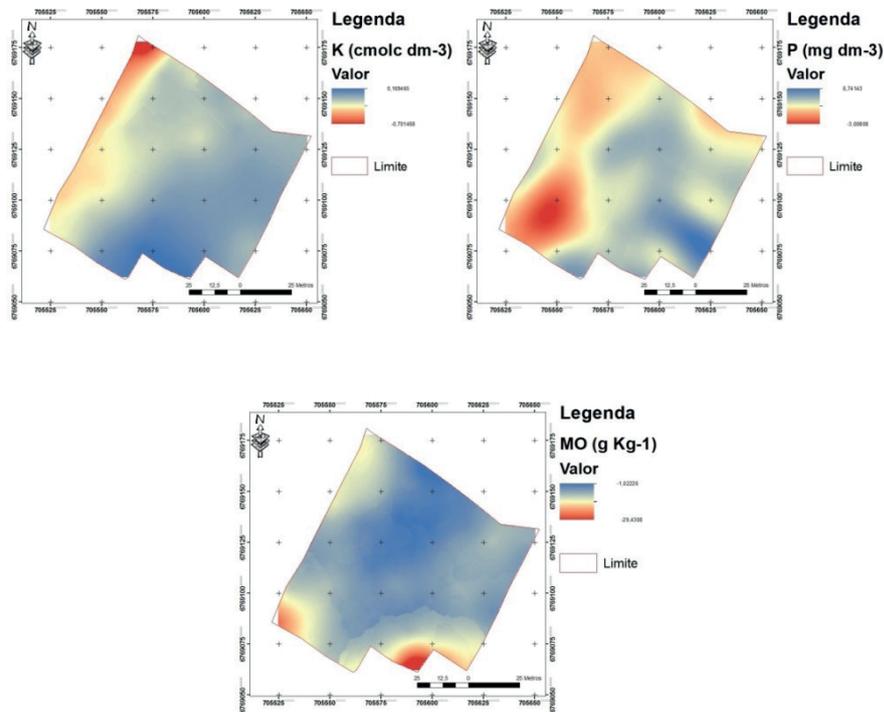
MO: Matéria Orgânica. P: Fósforo. K: Potássio. M: Média. RMS: Raiz Quadrada Média. MS: Média Padronizada. RMSS: Raiz Quadrada Média Padronizada. ASE: Erro Médio Padrão. DE: Dependência Espacial. GDE: Grau de Dependência Espacial.

Uma dependência espacial forte das propriedades do solo é atribuída aos fatores intrínsecos, à medida que, aos extrínsecos, pode-se conceber fraca dependência (Cambardella et al., 1994).

Conforme a Figura 1, relacionando os mapas de distribuição espacial dos saldos das diferentes propriedades químicas dos solos, observa-se na paisagem que, as perdas de P e K predominam no sentido sudoeste a norte, já a MOS apresentou maiores perdas de sudoeste para sudeste. Conforme Krum et al. (2017), que descreveu o modelo digital de elevação (MDE) da Catena em estudo, as perdas de P e K predominam no terço inferior da encosta, e as perdas da MOS predominam no terço inferior e superior da encosta.

De acordo com a Tabela 2, a equidistância da grade amostral foi suficiente para explicar com exatidão as propriedades analisadas, pois os valores de alcance foram identificados nas análises e foram superiores a 15 m. De acordo com Vieira et al. (1997) o alcance indica a distância onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si. Sendo assim uma ferramenta para o planejamento e avaliação experimental, auxiliando na definição das amostragens (MCBRATNEY E WEBSTER 1986).

Outro fator de grande importância na geoestatística é o efeito pepita, que quanto menor a sua proporção em relação ao patamar do semivariograma, maior será a dependência espacial apresentada pelas propriedades, em consequência, maior confiabilidade no resultado (LIMA et al., 2010). Portanto, efeito pepita resultante for próxima a 0, indica que o erro experimental é praticamente nulo, e que não a variação significativa para distâncias menores que a amostrada (TRANGMAR et al., 1985). Neste estudo, para a maioria das propriedades, o efeito pepita foi praticamente nulo, visto que, os valores estiveram próximos a zero.



**Figura 1** – Mapas de distribuição espacial dos saldos da matéria orgânica, fósforo e potássio de NEOSSOLOS, após a inserção da cultura da soja, com preparo convencional, sob campo nativo.

#### 4 | CONCLUSÕES

- Foi observada a variabilidade espaço-temporal dos saldos das propriedades químicas de NEOSSOLOS, após a inserção da cultura da soja, com preparo convencional, sob campo nativo.
- A inserção da cultura da soja, com preparo convencional, sob campo nativo contribuiu para a redução nos teores de potássio e matéria orgânica, já o fósforo apresentou incremento nos NEOSSOLOS.
- As variáveis químicas apresentaram relações espaciais em sua distribuição na paisagem.
- A densidade amostral mostrou-se de grande importância para a predição acurada das variáveis.

#### REFERÊNCIAS

- BOT, A.; BENITES, J., **The importance of soil organic matter, Key to drought-resistant soil and sustained food production**. FAO Soils Bulletin, 2005. 80p.
- BRADY, N.C., Suprimento e assimilabilidade de fósforo e potássio. In: BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. 7.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. p.373- 413.
- CAMBARDELLA, C.A.; MOOMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; et al., **Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils**. Soil Sci. Soc. Am. J., 58:1501-1511, 1994.
- COELHO, J.C.; SILVA, L. M.; TRISTANY, M., et al., **Agricultura de Precisão**, Prefácio, Lisboa, 2004.

FREIRE, L.R.; BALIEIRO, F.C.; ZONTA, E. et al., 2013. **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, v.1, 2013. 69 – 85 p.

GUADAGNIN J.C., **Perdas de nutrientes e carbono orgânico pela erosão hídrica, em um Cambissolo Húmico aluminico léptico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo**. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2003. 142p. (Tese de Mestrado).

KRUM D.N.; SOARES J.C.W.; RUVIARO C.; ROSADO G.F.; et al., **Variabilidade espacial e temporal das frações de matéria orgânica do solo pós-inserção da cultura do soja com plantio convencional sob campo nativo** In: IV Congresso Sul Americano de Agricultura de Precisão e Máquinas Precisas, Não Me Toque, 2017.

LEITE L.F.C.; OLIVEIRA, F.C.; ARAUJO A.S.F; et al., **Soil organic carbon and biological indicators in an Acrisol under tillage systems and organic management in north-eastern Brazil**. Australian Journal of Soil Research, v. 48, p. 258-265, 2010.

LIMA S. S. J.; SOUZA, S.S. J.; SILVA, S.S.; et. al. Amostragem e variabilidade espacial de atributos químicos do solo em área de vegetação natural em regeneração. **Revista Árvore**, viçosa-mg, v.34, n.1, p.127-136, 2010.

MEURER E.J.; **Potássio**. In: Fernandes MS. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.281-298.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonizações, Secção de Geografia, 1961. 46p.

McBRATNEY, A. G.; WEBSTER, A. G.; Choosing functions for semi-variograms and fitting them to sampling estimates. **Journal of Soil Science**, v.37, p.617- 639, 1986.

REICHERT J.M.; REINERT D.J.; BRAIDA J.A.; **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas**. Ciência; Ambiente, Santa Maria-RS, v. 27, p. 29-48, 2003.

SOUZA L.S.; COGO N.P.; VIERA S.R., **Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo, em relação a sistemas de manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, n.3, p 77-86, 1998.

TRANGMAR, B. B.; YOST, R. S.; WADE, M. K. et al., Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.38, n.1, p.45-94, 1985.

TEDESCO M.J.; GIANELLO C.; BISSANI C.A. et al., **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p.

VIEIRA S.R.; NIELSEN D.R.; Biggar J.W.; **Spatial variability of fieldmeasured infiltration rate**. Soil Science Society America Journal, Madison, v.45, p.1040-1048, 1981.

VIEIRA S.R.; HATFIELD J.L.; NIELSEN D.R.; et al., **Geostatistics theory and application to variability of some agronomical properties**. Hilgardia, Califórnia, v.31 n.3, 1983, 75p.

VIEIRA, S. R., Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um latossolo roxo de Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.56, n.1, p.181-190, 1997.

VIEIRA S.R.; **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.1-54.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed.) **Applications of soil physics**. Academic Press, New York, 1980.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Leonardo Tullio** - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente 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-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-185-5

