

Solos nos Biomas Brasileiros

3

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Solos nos Biomas Brasileiros 3

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

S689 Solos nos biomas brasileiros 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-010-0

DOI 10.22533/at.ed.100181412

1. Agricultura – Sustentabilidade. 2. Ciências agrárias. 3. Solos – Conservação. 4. Tecnologia. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Série.

CDD 631.44

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.

2018

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume III, apresenta, em seus 17 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE NATAL/RN	
<i>Daniel Nunes da Silva Júnior</i>	
<i>João Daniel de Lima Simeão</i>	
<i>Martiliana Mayani Freire</i>	
<i>Éric George Morais</i>	
<i>Anna Yanka de Oliveira Santos</i>	
<i>Sandja Celly Leonês Fonsêca</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814121	
CAPÍTULO 2	12
POTENCIAL AGRONÔMICO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Rafael Gomes da Mota Gonçalves</i>	
<i>Dérique Biassi</i>	
<i>Danielle Perez Palermo</i>	
<i>Juliano Bahiense Stafanato</i>	
<i>Everaldo Zonta</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814122	
CAPÍTULO 3	19
PRODUTIVIDADE DE COLMOS E ÍNDICE DE MATURAÇÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA	
<i>Diego Moura de Andrade Oliveira</i>	
<i>Renato Lemos dos Santos</i>	
<i>Victor Hugo de Farias Guedes</i>	
<i>José de Arruda Barbosa</i>	
<i>Maria José Alves de Moura</i>	
<i>Nayara Rose da Conceição Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814123	
CAPÍTULO 4	27
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES USOS DO SOLO	
<i>Lidiane Martins da Costa</i>	
<i>Marta Sandra Drescher</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814124	
CAPÍTULO 5	37
QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO EM SOLOS DO CERRADO DO ESTADO DO AMAPÁ	
<i>Evelly Amanda Bernardo de Sousa</i>	
<i>Iolanda Maria Soares Reis</i>	
<i>Nagib Jorge Melém Júnior</i>	
<i>Ivanildo Amorim de Oliveira</i>	
<i>Laércio Santos Silva</i>	
<i>Ludmila de Freitas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814125	

CAPÍTULO 6 46

QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO, ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DOS SOLOS EM DIFERENTES ECOSISTEMAS DO ESTADO DO AMAPÁ

Evelly Amanda Bernardo de Sousa
Iolanda Maria Soares Reis
Nagib Jorge Melém Júnior
Laércio Santos Silva
Ivanildo Amorim de Oliveira
Ludmila de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.1001814126

CAPÍTULO 7 57

REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DE UM ARGISSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

Leonardo Pereira Fortes
Marcelo Raul Schmidt
Tiago Stumpf da Silva
Michael Mazurana
Renato Levien

DOI 10.22533/at.ed.1001814127

CAPÍTULO 8 67

RESPOSTA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM GIRASSOL NO INÍCIO DO ESTÁDIO VEGETATIVO

Samara Ketely Almeida de Sousa
Maria Nusiene Araújo de Lima
Karolainy Souza Gomes
Wendel Kaian Oliveira Moreira
Krishna de Nazaré Santos de Oliveira
Raimundo Thiago Lima da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1001814128

CAPÍTULO 9 79

RESPOSTA DE PLANTAS DE RÚCULA A DOSES CRESCENTES DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA MANDIOCA

Martiliana Mayani Freire
Gleyse Lopes Fernandes de Souza
Éric George Moraes
Ellen Rachel Evaristo de Moraes
Gabriel Felipe Rodrigues Bezerra
Gualter Guenther Costa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1001814129

CAPÍTULO 10 89

RETORNO DE NUTRIENTES VIA DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (CATINGUEIRA)

José Augusto da Silva Santana
Luan Henrique Barbosa de Araújo
José Augusto da Silva Santana Júnior
Camila Costa da Nóbrega
Juliana Lorensi do Canto
Claudius Monte de Sena

DOI 10.22533/at.ed.10018141210

CAPÍTULO 11 99

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MARABÁ-PA

Silvio Angelo Rabelo
Josué Souza Passos
Nicolau Akio Kubota
Stephanie Regina Costa Almeida
Daiane da Costa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.10018141211

CAPÍTULO 12 107

VARIABILIDADE E CORRELAÇÃO ESPACIAL DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, NUMA CATENA DO PAMPA GAÚCHO

Jéssica Santi Boff
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Daniel Nunes Krum
Pedro Maurício Santos dos Santos
Higor Machado de Freitas
Lucas Nascimento Brum

DOI 10.22533/at.ed.10018141212

CAPÍTULO 13 117

VARIABILIDADE ESPACIAL DA ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO pH SMP EM NEOSSOLOS COM CULTIVO DA SOJA

Guilherme Guerin Munareto
Claiton Ruviano

DOI 10.22533/at.ed.10018141213

CAPÍTULO 14 127

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PROFUNDIDADE DO SOLO E SUAS RELAÇÕES COM OS ATRIBUTOS DO TERRENO, NUMA CATENA DO PAMPA

Daniel Nunes Krum
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Lucas Nascimento Brum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.10018141214

CAPÍTULO 15 138

VARIABILIDADE ESPACIAL DO FÓSFORO, POTÁSSIO E DA MATÉRIA ORGÂNICA DE NEOSSOLOS, SOB CAMPO NATIVO E SUAS RELAÇÕES ESPACIAIS COM OS ATRIBUTOS DO TERRENO

Daniel Nunes Krum
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Lucas Nascimento Brum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos
Gabriel Rebelato Machado

DOI 10.22533/at.ed.10018141215

CAPÍTULO 16 149

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO PH SMP DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL.

Lucas Nascimento Brum

Guilherme Favero Rosado

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Daniel Nunes Krum

Jéssica Santi Boff

Higor Machado de Freitas

Pedro Maurício Santos dos Santos

Vitória Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.10018141216

CAPÍTULO 17 160

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM DIFERENTES PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

Jéssica Santi Boff

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Daniel Nunes Krum

Pedro Maurício Santos dos Santos

Higor Machado de Freitas

Lucas Nascimento Brum

Matheus Ribeiro Gorski

DOI 10.22533/at.ed.10018141217

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 172

VARIABILIDADE E CORRELAÇÃO ESPACIAL DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, NUMA CATENA DO PAMPA GAÚCHO

Jéssica Santi Boff

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.

Claiton Ruviaro

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

Daniel Nunes Krum

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

Pedro Maurício Santos dos Santos

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

Higor Machado de Freitas

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

Lucas Nascimento Brum

URI – Campus Santiago-RS, Laboratório de Sólitos – URI – Campus Santiago-RS, Avenida Batista

Bonoto Sobrinho, nº 733, Santiago-RS, 97700-000.

RESUMO: As propriedades químicas do solo têm relação direta com os processos pedogenéticos, aliados a forma de manejo e práticas ligadas à sua exploração. O objetivo do presente trabalho foi de avaliar a variabilidade e a correlação espacial das propriedades químicas naturais de NEOSSOLOS, numa Catena, sob campo nativo, do Pampa Gaúcho. Para o estudo da fertilidade do solo, foi realizado um levantamento pedométrico, utilizando 52 pontos de prospecção, numa malha fixa, com intervalos regulares de 15 m, na profundidade de 0,0 – 0,2 m, perfazendo uma área de 1,17 ha. De posse das amostras beneficiadas de solos (TFSA) foram determinadas as diferentes propriedades químicas. Posteriormente dos resultados foram submetidos a análise estatística descritiva, de correlação Pearson e geoestatística para as diferentes variáveis estudadas. Os NEOSSOLOS desenvolvidos na Catena, possuem baixa fertilidade natural. Foram observadas correlações espaciais entre as propriedades químicas naturais destes NEOSSOLOS, ao longo Catena. Também, a densidade amostral foi extremamente importante para a definição das variáveis com acurácia.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo. Vegetação Natural. Geoestatística, Agricultura Digital.

ABSTRACT: The chemical properties of the soil are directly related to the pedogenetic processes, allied to the way of management and practices related to its exploitation. The objective of the present work was to evaluate the variability and spatial correlation of the natural chemical properties of NEOSSOLOS, in a Catena, under native field, of the Pampa Gaúcho. For the study of soil fertility, a pedometer survey was carried out, using 52 prospecting points, in a fixed mesh, with regular intervals of 15 m, in the depth of 0.0 - 0.2 m, for an area of 1.17 there is. The different chemical properties were determined from the soil samples (TFSA). Subsequently the results were submitted to descriptive statistical analysis, Pearson correlation and geostatistics for the different variables studied. The NEOSSOLOS developed in Catena, have low natural fertility. Spatial correlations were observed between the natural chemical properties of these NEOSSOLOS, along Catena. Also, the sample density was extremely important for the definition of the variables with accuracy.

KEYWORDS: Soil Fertility. Natural vegetation. Geostatistics. Digital Agriculture.

1 | INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa abrange 64% do território Gaúcho (CHOMENKO, 2006). Exibindo vegetações campestres relativamente uniformes, sobre o relevo de planícies, onde predomina a estepe. Recentemente, as extensões de campo natural estão sendo convertidas em novas áreas de cultivo, com diversas culturas (BOLDRINI, 2007), tornando-se assim, a principal fronteira agrícola austral brasileira.

No Pampa, os NEOSSOLOS LITÓLICOS e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS exibem horizonte A ou hístico desenvolvidos sobre horizonte C, ou camadas Cr e R, e também sem horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2013). São solos com potencial restritivo de uso (MACHADO, 1997; PEDRON, 2007), devido à presença de contato lítico (EMBRAPA, 2006) ou contato saprolítico (PEDRON et al., 2009), muito próximo da superfície.

A fertilidade do solo, conceitualmente, é a sua capacidade de fornecer nutrientes, em quantidade e proporção adequadas às plantas, na ausência de elementos tóxicos, para o seu desenvolvimento e produtividade; essencialmente, um conceito restrito às condições químicas do solo (NICOLODI et al., 2008).

Para a gestão conservacionista da paisagem, faz-se necessário, dentre outros fatores, o conhecimento da variabilidade espacial e temporal das propriedades dos solos, relacionadas a sua fertilidade.

A variabilidade espacial das propriedades químicas do solo está relacionada com os seus processos de formação, ao manejo e as práticas conservacionistas adotadas (CASTRIGNANÒ; STELLUTI, 1999). Deste modo, a ocupação do solo, com o passar

dos anos, acarreta uma elevação na sua heterogeneidade, tanto na vertical como na horizontal.

A geoestatística descreve a variabilidade espacial das diferentes propriedades dos solos, dentre elas a química e permite a geração de subsídios e prognósticos para aplicações de fertilizantes em taxa variável, ou seja, no local e quantidade adequada, evitando desperdícios, reduzindo o custo de produção e os passivos ambientais. É preciso que se faça uma amostragem representativa da área, para posterior obtenção de dados preditos das propriedades químicas para toda a área, descrevendo assim, a variabilidade espacial dessas propriedades.

Com base nessa abordagem, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar a variabilidade e a correlação espacial das propriedades químicas naturais de NEOSSOLOS, numa Catena, sob campo nativo do Pampa Gaúcho.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado numa encosta de 1,17 ha, com coordenadas centrais UTM 705.589 E 6.769.1121 S (SIRGAS 2000, ZONA 21 S), na Fazenda Escola da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Câmpus Santiago.

Conforme a classificação de Köppen (1931), o clima dominante é o Cfa, subtropical úmido, totalizando uma precipitação anual de 1.919 mm ao longo do ano, 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 (FIGURA 1).

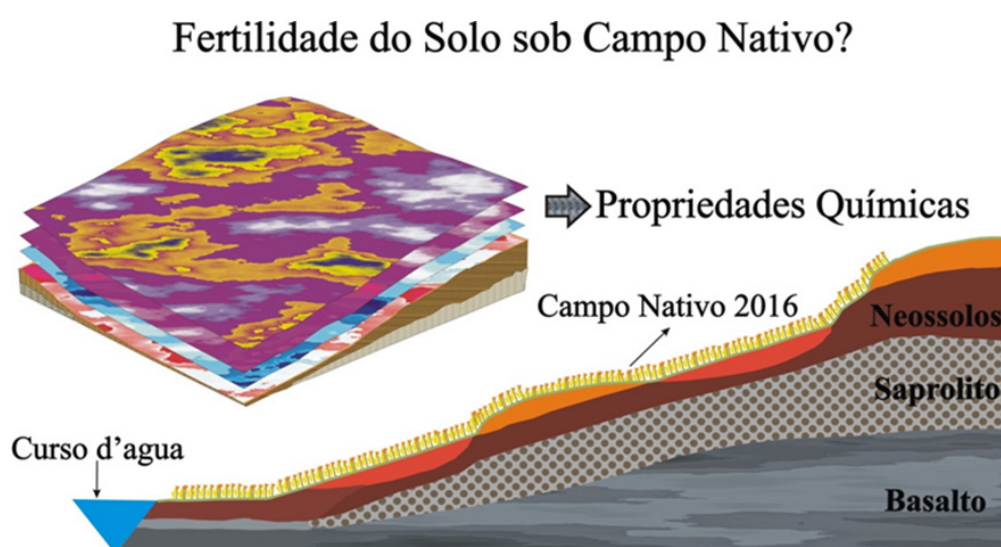


Figura 1- Perfil longitudinal da catena em estudo.

O procedimento amostral contou com a coleta de amostras em 52 pontos de prospecções, numa malha com intervalos regulares de 15 m, na profundidade de 0,0 –

0,2 m. Para a alocação dos pontos foi empregado um receptor GNSS (Sistema global de navegação por satélite), com dupla frequência (L1/L2) e disponibilidade de RTK (posicionamento em tempo real), utilizando o datum horizontal SIRGAS 2000, zona 21 (FIGURA 2).

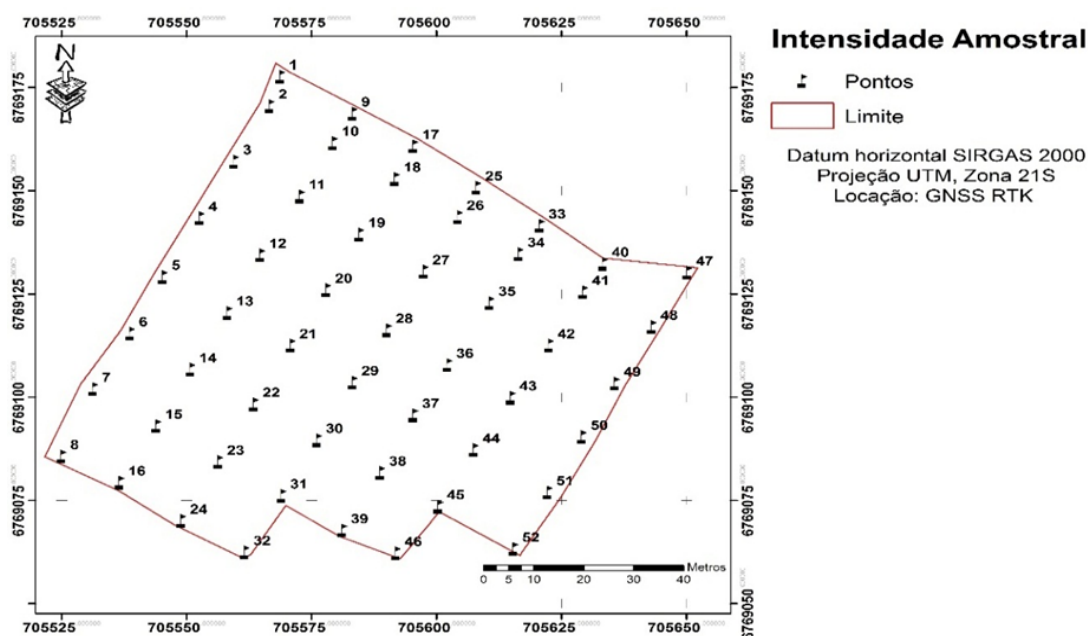


Figura 2. Mapa da distribuição amostral na catena.

Nos pontos de prospecção foram coletadas amostras deformadas para a determinação das propriedades químicas. Em laboratório foram realizadas as análises de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), fósforo (P), pH do solo em água (pH_{H₂O}) e matéria orgânica (MO), conforme Donagemma et al. (2011). Posteriormente, foi realizado o cálculo da capacidade de troca catiônica efetiva ($CTC_{efetiva}$) e da capacidade de troca catiônica em pH7,0 ($CTC_{pH7,0}$).

A variabilidade dos dados foi testada pela análise estatística descritiva e por técnicas de geoestatística. O Coeficiente de Variação (CV) foi classificado conforme Warrick e Nielsen (1980), considerando variabilidade baixa ($CV < 12\%$); média ($12\% < CV < 60\%$); e alta ($CV > 60\%$). A normalidade dos dados foi testada por Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$). Em seguida, foi realizada a análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$).

A dependência espacial das propriedades químicas foi avaliada pela análise geoestatística. Foram realizados ajustes de semivariogramas teóricos considerando a Média dos Erros Preditos (M), Média dos Erros Padronizada (MS), Raiz Quadrada da Média do Erro ao Quadrado (RMS), Média da Variância dos Erros Padronizados (ASE) e Raiz Quadrada da Média dos Erros Padronizados ao Quadrado (RMSS). Os modelos que oferecem dados acurados precisam obedecer a premissa de que os valores de M e MS devem estar próximos de zero, e os valores em RMS, ASE e RMSS estejam próximos de 1 (ESRI, 2016). Do ajuste de um modelo matemático aos dados,

foram determinados os seguintes parâmetros: efeito pepita, patamar e alcance.

Para as análises geoestatística utilizou-se o software do Sistema de Informações Geográficas ArcMap® 10.5.1 (ArcToolbox → Geostatistical Analyst → Assistente de geoestatística → Geoestatistical Methods → Kriging → Kriging type → Ordinary).

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.

Em seguida, efetuou-se a geração de mapas utilizando o algoritmo de krigagem ordinária, que permitiu o maior detalhamento espacial das propriedades estudadas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística descritiva revela que todos os resultados das propriedades avaliadas apresentam distribuição normal, conforme o teste de Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$) (TABELA 1).

Prop.	pHH ₂ O	K	Ca	Mg	CTC _{efetiva}	CTC _{pH7}	P	Al
Mínimo	3,73	0,12	1,40	1,10	5,43	14,26	0,14	0,10
Máximo	5,44	1,78	5,10	3,80	11,68	65,65	7,30	6,50
Média	4,53	0,38	2,87	2,26	7,98	31,15	3,06	2,45
CV	9,21	64,38	32,37	25,65	17,24	38,22	55,65	59,61
K-S	0,73	1,25	0,93	0,79	0,53	55,65	1,45	1,10
SIG	0,66	0,08	0,34	0,55	0,94	1,10	0,03	0,17

Tabela 1 - Estatística descritiva das propriedades químicas naturais de NEOSSOLOS, numa Catena, sob campo nativo do Pampa.

Prop.: Propriedade Química. pH H₂O: Acidez ativa. Al: Alumínio (cmol/dm³). K: Potássio (cmol/dm³). Ca: Cálcio (cmol/dm³). Mg: Magnésio (cmol/dm³). CTC_{efetiva}: Capacidade de troca de cátions efetiva (cmol/dm³). CTC_{pH7}: Capacidade de troca de a pH 7,0 (cmol/dm³). P: Fosforo (mg/dm³). CV: coeficiente de variação. K-S: Teste de Kolmogorov-Smirnov. Sig.: Significância ($p < 0,05$).

Conforme a descrição das propriedades químicas estudadas (Tabela 2), e o CQFS (2016), a CTC_{pH7,0} se encontra com valores variando de médio (7,6 – 15,0 cmol/dm³) a alto (15,1- 30,0 cmol/dm³). Já os teores de P, oscilaram entre muito baixo (<1,5 mg/dm³) a baixo (1,5 - 3,0 mg/dm³), para o K muito baixo (<15 cmol/dm³), para o Ca os valores foram classificados como médio (2,0 - 4,0 cmol/dm³), por fim, o Mg teve valores classificados como alto (>1,0 cmol/dm³).

Segundo a EMBRAPA (2015), os valores de pHH₂O foram baixo (<5,0), para o Al e a CTC_{Efetiva}, os valores foram classificados como alto (>1,0 cmol/dm³ e >4,0 cmol/dm³), respectivamente.

De acordo com Warrick e Nielsen (1980), os coeficientes de variação para Ca, Mg, CTC_{pH7,0}, P, CTC_{Efetiva} e Al são classificados como de média dispersão (12% a

60%). A mesma classificação, descreve que os valores de K possuem alta dispersão (< 60%) e para o $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, baixa dispersão (>12%).

Lima et al. (2010), estudando uma fitofisionomia natural em sucessão, sob ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, observaram valores semelhantes de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, com média de 4,71. Para P, K, Ca e Mg os valores foram ainda menores que os observados na tabela 1. Tal fato pode estar associado ao intemperismo proporcionado ao ARGISSOLO, no qual, predomina o processo de Lessivagem; já os solos da Catena em estudo, sofreram menor desenvolvimento, conservando assim, esses elementos.

Conforme a tabela 2, que descreve a análise de correlação entre as propriedades químicas dos solos, em relação a acidez ativa, observou-se que, com a diminuição nos valores do $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, maior será a acidez potencial, ocorrendo um incremento no teor de Al^{3+} , na $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$ e na $\text{CTC}_{\text{Efetiva}}$. Segundo Souza et al. (2007), os solos que apresentam quantidades elevadas de Al^{3+} , adjuntos ou não ao Mn^{2+} , solos com alta acidez, podem proporcionar limitações ao crescimento normal e também ao desenvolvimento radicular das plantas. Esse processo está associado a pequena soma das bases interessantes para a nutrição mineral de plantas na $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$ e na $\text{CTC}_{\text{Efetiva}}$, tendo uma maior contribuição para essas propriedades do H+Al e Al^{3+} , respectivamente. Isto explica que o Al^{3+} , sendo trivalente é mais fortemente retido do que os cátions divalentes (NOVAIS et al.,2007) (TABELA 2).

Propriedades	$\text{CTC}_{\text{efetiva}}$	$\text{CTC}_{\text{pH}7}$	P	MO	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	H+Al	Al	K	Ca	Mg
$\text{CTC}_{\text{efetiva}}$	1	0,30*	0,36*	-0,14	-0,28*	0,26	0,63*	0,39*	0,27	0,25*
$\text{CTC}_{\text{pH}7}$		1	-0,07	0,14	0,96*	0,99*	0,37	-0,15	-0,17	0,07
P			1	0,14	0,02	-0,05*	0,48	0,44	-0,16	-0,33
MO				1	-0,02	0,12	-0,28	-0,06	0,17	0,18
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$					1	-0,97*	-0,46*	0,14	0,29	0,05
H + Al						1	0,41*	-0,15	-0,26	-0,00
Al							1	0,32*	-0,52*	-0,48*
K								1	-0,05	-0,25
Ca									1	0,72*
Mg										1

Tabela 2 - Significância e coeficientes de correlação de Pearson ($p < 0,01$) da fertilidade natural de NEOSSOLOS, numa Catena, sob campo nativo do Pampa.

$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$: Acidez ativa. H+Al: Acidez potencial. Al: Alumínio. MO: Matéria orgânica. K: Potássio. Ca: Cálcio. Mg: Magnésio. $\text{CTC}_{\text{efetiva}}$: Capacidade de troca de cátions efetiva. $\text{CTC}_{\text{pH}7}$: Capacidade de troca de a pH 7,0. P: Fosforo
CV: Teste de Correlação de Pearson. *significativo ($p < 0,05$).

As variáveis Al e $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$ ajustaram-se ao modelo exponencial, apresentando alcance de 170,26 e 48,27 m, respectivamente. O $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ se ajustou ao modelo stable, com alcance 170,26 m e a $\text{CTC}_{\text{Efetiva}}$ se ajustou o modelo circular, com alcance 137,63 m, que diferem dos realizados por Lima et al. (2010), os quais ajustaram os dados, ao modelo esférico (TABELA 3).

A dependência espacial foi classificada como forte para o Al e a $\text{CTC}_{\text{Efetiva}}$, com

valores respectivos de 21,25 % e 0,00 %. Para a $CTC_{pH7,0}$ e pHH_2O a dependência espacial foi classificada como moderada, com valores respectivos de 43,49 e 61,07 % (TABELA 3).

Os alcances observados na tabela 3, indicam que a malha amostral, com equidistância de 15 m contribuiu para predição acurada das variáveis. Dentro da geoestatística, o alcance tem suma importância para a interpretação dos semivariogramas. Ele indica a distância até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si (VIEIRA, 1997). Segundo McBratney e Webster (1986), o alcance é um elemento necessário para o planejamento e a avaliação experimental, já que pode auxiliar na definição de procedimento de amostragem. Tal parâmetro é condicionado pelo patamar, o valor máximo do semivariograma, o qual equivale ao limite da covariância entre dois pontos quando sua separação tende a zero.

O efeito pepita para a maioria das propriedades químicas estudadas foi considerado ideal, sendo igual ou próximo a 0, que indica a variabilidade não explicada, pode ser decorrente de erros de medidas ou micro variações não detectadas, considerando a distância de amostragem utilizada (PAZ et al., 1996).

Propriedades	PHH_2O	Al	$CTC_{efetiva}$	CTC_{pH7}
Modelo	Stable	Exponencial	Circular	Exponencial
Alcance	170,26	170,26	137,63	48,27
Patamar	0,02	2,62	2,03	164,32
Pepita	0,012	0,555	0,883	0,000
M	-0,003	0,002	0,002	0,402
RMS	0,125	1,125	1,119	10,442
MS	-0,028	0,001	0,002	0,032
RMSS	1,028	1,010	0,0988	1,008
ASE	0,012	1,125	0,0988	10,374
DE	Moderada	Forte	Moderada	Forte
GDE(%)	61,07	21,25	43,49	0,00

Tabela 3 - Parâmetros dos modelos de semivariogramas ajustados para as propriedades químicas naturais de NEOSSOLOS, numa Catena, sob campo nativo do Pampa

M: Média. RMS: Raiz Quadrada Média. MS: Média Padronizada. RMSS :Raiz Quadrada Média Padronizada. ASE: Erro Médio Padrão. GDE: Grau de Dependência Espacial. $pH H_2O$: Acidez ativa. Al: Alumínio. K: Potássio. Ca: Cálcio. Mg: Magnésio. $CTC_{efetiva}$: Capacidade de troca de cátions efetiva. CTC_{pH7} : Capacidade de troca de a pH 7,0. P: Fósforo.

Conforme a figura 3, as propriedades dos NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos possuem correlações espacial, corroborando com os resultados da análise de correlação de Pearson.

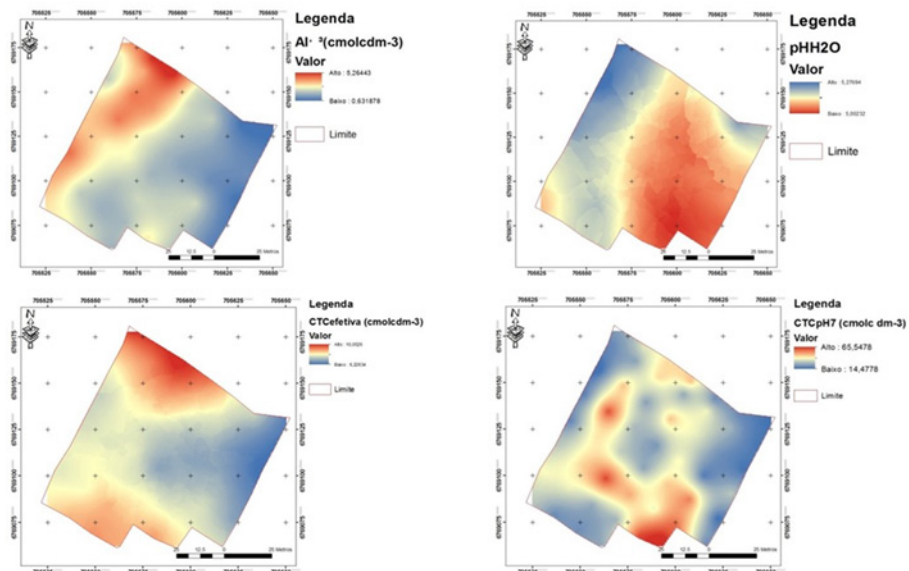


Figura 3 - Modelos digitais da fertilidade natural de NEOSSOLOS, numa Catena, sob campo nativo do Pampa.

pHH2O: Acidez ativa; Al: Alumínio; CTCefetiva: Capacidade de troca de cátions efetiva; CTCpH7,0: Capacidade de troca de a pH 7,0.

Desta maneira os Neossolos estudados apresentaram baixa fertilidade natural, como já observado por Streck et.al. (2018).

Este trabalho abre novos caminhos para estudos futuros, primeiramente para análise de correlação das propriedades químicas com as propriedades físicas do solo. Também, é possível estabelecer padrões de distribuição espacial das propriedades do solo baseados nas feições do relevo.

4 | CONCLUSÕES

- Os NEOSSOLOS desenvolvidos na Catena em estudo, possuem baixa fertilidade natural.
- Foram observadas correlações espaciais entre as propriedades químicas naturais de NEOSSOLOS, na Catena do Pampa.
- A densidade amostral foi extremamente importante para a definição das variáveis com acurácia.

REFERÊNCIAS

BOLDRINI, I. I. **Bioma Pampa: opiniões sobre as florestas nativas brasileiras**, março/maio, 2007, p. 24.

CAMBARDELLA, C. A, MOORMAN, 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.

CHOMENKO, L.; **O Pampa no atual modelo de desenvolvimento econômico**. Disponível em: IHU ONLINE <<http://www.unisinos.br/ihu>>, São Leopoldo, 7 DE AGOSTO DE 2006 p. 22 - 30.

CASTRIGNANÒ, A.; STELLUTI, M. Fractal geometry and geostatistics for describing the field variability of soilaggregation. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 73, n. 1, 1999, p. 13-18.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2016). **Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, SBCS. 376p. 2016.

DONAGEMMA, G. K., Campos B. V. D., Calderano B. S., et al. (Org.) Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2011. 230 p. (Documentos, 132).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p

ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Using ArcGIS geostatistical analyst**. Redlands, 2016.

GUIA PRÁTICO PARA INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLOS /Lafayette Franco Sobral ... [et al.] – Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2015.13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 206).

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> acesso em 28 ago. 2009.

KÖPPEN, W. Climatologia. México, **Fundo de Cultura Econômica**, 1931.

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. **R. árvore**, viçosa-mg, v.34, n.1, p.127-136, 2010.

MACHADO, S.R.V. **Caracterização química, física em mineralógica de saprolitos do Estado de São Paulo e suas implicações na taxonomia e uso agrícola**. 1997. 105p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

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

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p, 1961.

NOVAIS, R.F.; MELLO, J.W.V. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017p.

NICOLODI, M.; GIANELLO, C.; ANGHINONI, I.; MARRÉ, J.; MIELNICZUK, J. Insuficiência do conceito mineralista para expressar a fertilidade do solo percebida pelas plantas cultivadas no Sistema Plantio Direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, p.2735-2744, 2008.

PAZ, A.; TABOADA, M. T.; GOMEZ, M. J. **Spatial variability in topsoil micronutrient contents in a one-hectare cropland plot**. Comm. Soil Sci. Plant Anal, 3:479-503, 1996.

PEDRON, F.A. **Mineralogia, morfologia e classificação desaprolitos e Neossolos derivados de rochas vulcânicas no Rio Grande do Sul**. 2007. 160p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PEDRON, F.A.; AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D., et al. Morfologia e classificação taxonômica de Neossolos e saprolitos derivados de rochas vulcânicas da formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:119-128, 2009

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. 1-17, 1997.

SOUZA, D. M.G; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. **Fertilidade do Solo**. Viçosa- MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. V, 2007. p 221.

STRECK, E. V.; FLORES. C. A.; SCHNEIDE, P., et al., **Solos do Rio Grande do Sul**. 3ed., rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018.252p.il.color.ISBN978-85-98842-20-2.

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

SOBRE OS ORGANIZADORES

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-010-0

