

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 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

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 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.

Higor Machado de Freitas

URI – Campus Santiago – RS, Laboratório de Topografia e Geotecnologias – 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.

Gabriel Rebelato Machado

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

RESUMO: O Bioma Pampa apresenta diferentes fitofisionomias, dentre elas a Estepe Gramíneo-Lenhosa, que vem cedendo espaço para diferentes usos. O solo é um corpo natural que se desenvolve na superfície terrestre, constituído por materiais minerais e orgânicos. Sabendo-se que a MO é considerado um importante indicador para determinar a qualidade do solo, em função da sua relação com a disponibilidade de P e K disponível, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial dos teores de MO, P e K e as suas correlações com os atributos do terreno, numa catena, sob campo nativo. 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. O teor de carbono orgânico foi determinado pelo método colorimétrico, e posteriormente, foi

transformado para MO; o P por sua vez, foi determinado por colorimetria e o K por fotometria de chama. Os Atributos do terreno (AT) foram extraídos de um modelo digital de elevação (MDE). Os teores de fósforo e potássio correlacionaram-se positivamente na paisagem com os teores de matéria orgânica. No terço inferior da encosta, na área de deposição, os valores elevados de fósforo, potássio e matéria orgânica, são mais frequentes. É possível estabelecer padrões de distribuição espacial das propriedades do solo baseados nas feições do relevo. A densidade amostral foi de grande importância para a definição das variáveis com exatidão.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo. Vegetação natural. Mapeamento digital de solos. Agricultura digital.

ABSTRACT: The Pampa Biome presents different phytophysionomies, among them the Gramineous-Woody Steppe, which has been giving space for different uses. The soil is a natural body that develops the earth's surface, made up of minerals and organic matter. It is known that an OM is an important indicator to determine the soil quality, due to its availability and the availability of an available application to evaluate a spatial variation of the MO, P and K contents and their correlations with the attributes of the land, in a catena, under native field. The work was done on a slope of 1.17 ha in the School Farm of the Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santiago, RS. The carbon content was determined by the colorimetric method, and later, it was transformed to OM; The P, in turn, was determined by colorimetry and K by flame photometry. The Terrain Attributes (TA) were extracted from a digital elevation model (DEM). The phosphorus and potassium contents are positively correlated in the landscape with the organic matter contents. In the lower third of the slope, in the deposition area, high phosphorus, potassium and anatomy values are more frequent. It is possible to establish patterns of spatial distribution of soil bases based on relief features. The sample size was of great importance for the specification of the variables with accuracy.

KEYWORDS: Soil fertility. Natural vegetation. Digital mapping of soils. Digital agriculture.

1 | INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa vem sofrendo grandes alterações nas últimas décadas, avaliar as propriedades químicas, físicas e biológicas dos seus solos mostra-se de grande importância no que diz respeito ao monitoramento da sua qualidade. Este Bioma apresenta diferentes fitofisionomias, dentre elas a Estepe Gramíneo-Lenhosa, que vem cedendo espaço para diferentes usos (de ALMEIDA, 2017).

Conforme o Soil Survey Staff (1951), os solos são corpos naturais, que ocupam porções na superfície terrestre, suportam plantas, as edificações do homem e apresentam propriedades resultantes da atuação integrada do clima e dos organismos, atuando sobre o material de origem, condicionado pelo relevo, durante um período de tempo.

Os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos apresentam horizonte A ou hístico assentados sobre horizonte C, ou camadas Cr e R, e também sem horizonte B diagnóstico, como no caso dos Litólicos e admitindo um horizonte Bi com espessura menor que 10 cm no caso do Regolítico (EMBRAPA, 2006). 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.

Conforme Jenny (1941), os fatores de formação do solo não são forças ou causas, mas variáveis independentes. Assim, o solo é função do clima, dos organismos e do relevo agindo sobre o material de origem durante um determinado período de tempo.

A análise dos atributos do terreno (AT) é a descrição quantitativa das feições do relevo, tendo por objetivo estudar os processos que ocorrem na paisagem (GALLANT; HUTCHINSON, 1996). Os AT podem ser divididos em primários e secundários. Os atributos primários são calculados a partir de um modelo digital de elevação (MDE) e, entre as principais variáveis primárias está a elevação. Os atributos secundários envolvem combinações de dois ou mais atributos primários, tendo o índice de umidade do terreno (IUT) como um dos principais e podendo ser utilizado para caracterizar a variabilidade espacial dos processos específicos que ocorrem na paisagem, tais como: a distribuição do solo, conteúdo de água ou o potencial de erosão superficial, dentre outros (MOORE et al., 1991).

O IUT é um parâmetro topográfico utilizados para identificar áreas saturadas por água na paisagem. Este índice foi criado por Beven e Kirkby (1979), com base na dedução de que a topografia controla o movimento da água nas catenas.

A perda de nutrientes durante o desenvolvimento do solo pode ocorrer por processos naturais e antrópicos, comprometendo a sua fertilidade química. Dentre as propriedades químicas propensas à perdas, está a matéria orgânica (MO), o fósforo (P) e o potássio (K).

A matéria orgânica do solo (MOS) é apontada como o maior reservatório de CO terrestre, desde que as reservas fósseis não sejam analisadas. A MO é oriunda de restos animais, vegetais ou de microrganismos na forma de resíduos, em diferentes estágios de decomposição, compostos humificados e materiais carbonizados (ROSCOE; MACHADO, 2002).

A MO é um ótimo indicador de qualidade do solo, pois, atua na elevação da qualidade das suas propriedades físicas, químicas e biológicas (REEVES, 1997; REICHERT et al., 2003).

O P é o macronutriente exigido em menores quantidades pelas plantas, podendo ser encontrado nos solos nas formas orgânica e inorgânica, variando a sua proporção em que elas ocorrem, geralmente a quantidade de P orgânico aumenta com o aumento da MO (COELHO, 1983). De acordo com Malavolta (2006), o fósforo (P) possui papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese.

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. O equilíbrio mais importante, do ponto de vista da nutrição das plantas, se dá entre o K da solução do solo e o K trocável, cujo somatório é considerado K “disponível”, fonte imediata para as plantas (CURI et al, 2005).

Sabendo-se que a MO é considerado um importante indicador para determinar à qualidade do solo, em função da sua relação com o P e K e da sua distribuição na paisagem, condicionada pelos atributos do terreno, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial dos teores P, K e MO em Neossolos, sob campo nativo e as suas correlações na superfície de uma catena, do pampa gaúcho.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado numa encosta de 1,17 ha, com coordenadas centrais UTM 705.589 E e 6.769.112 S (SIRGAS 2000, zona 21 S), na Fazenda Escola da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santiago, RS.

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.

O procedimento amostral contou com a coleta de amostras deformadas em 52 pontos de prospecções, numa malha com intervalos regulares de 15 x 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 S.

De posse das amostras beneficiadas dos solos (TFSA), o teor de carbono orgânico foi determinado pelo método colorimétrico, proposto por Raji et al. (2001) e posteriormente, foi transformado para MO; o P por sua vez, foi determinado por colorimetria e o K por fotometria de chama, ambos seguindo o método proposto por Tedesco et al. (1995).

No Sistema de Informações Geográficas (SIG) foram extraídos do Modelo Digital de Elevação (MDE), com 0,5 m de resolução os atributos do terreno (AT), elevação e IUT.

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 %). Por se tratar de 52 amostras, a hipótese de normalidade dos dados foi examinada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, com 99 % de confiança.

A análise da dependência espacial foi realizada por meio da geoestatística, com o ajuste 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 definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita, patamar e alcance. Para isso, utilizou-se o software ArcGIS® 10.5.1.

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, no ArcGIS®10.5.1 foram gerados mapas utilizando a krigagem ordinária, que permitiu um maior detalhamento espacial dos fenômenos estudados.

Dos planos digitais de P, K, MO, elevação e IUT (com 0,5 metros de resolução espacial) foram extraídos 920 casos estatísticos por meio da ferramenta de extração: extrair múltiplos valores por ponto (ArcToolbox → Spatial Analyst → Ferramentas de extração → Extrair múltiplos valores por ponto). Posteriormente, para analisar o relacionamento entre estas variáveis, procedeu-se com a análise de correlação de Pearson ($p < 0,01$). O coeficiente de correlação de Pearson varia de -1 a 1. Valores positivos indicam que uma determinada propriedade aumenta em função da outra e valores negativos indicam o inverso. Conforme Evans (1996), as correlações são classificadas como: muito fraca (0,00 até 0,19), fraca (0,20 até 0,39), moderadas (0,40 até 0,59), forte (0,60 até 0,79) e muito forte (0,80 até 1).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov indicou que a distribuição dos dados foi normal, ao nível de confiança de 99% (Tabela 1).

A análise estatística descritiva indica que os valores de MO possuem média de 1,81 %, para o P, o valor médio encontrado foi de 4,41 g Kg⁻¹ e para o K a média foi de 0,45 g Kg⁻¹ (TABELA 1).

O valor médio de P, de acordo com a CQFSRS (2004), foi classificado como muito baixo para a maioria das culturas.

Conforme CQFS (2016), o valor médio de K foi classificado como alto.

Os valores médios de MO são classificados como baixo, este valor está distante

do valor considerado como ideal, que para Kiehl (1979), deve ser de 5,00 %.

Conforme a classificação do coeficiente de variação (CV) proposta por Warrick e Nielsen (1980), a MO apresentou variação baixa, com valor de 4,12%. Já o P e K apresentaram um CV médio, de 22,53% e 25,05%, respectivamente (TABELA 1).

Propriedades	Casos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)
MO (%)	920	1,59	2,21	1,81	0,75395928	4,12
K (cmolc/dm ³)	920	0,18	0,63	0,4500001	0,11267066	25,05
P (mg/dm ³)	920	0,72	6,74	4,4198390	0,99562924	22,53

Tabela 1 - Análise estatística descritiva das propriedades de NEOSSOLOS, numa catena, sob campo nativo.

MO: Matéria orgânico. K: Potássio. P: Fósforo.

Conforme Cambardella et al. (1994), os valores do MO e do K apresentaram dependência espacial moderada ($25\% \leq GDE < 75\%$), e o P apresentou GDE forte ($GDE \leq 25\%$) (TABELA 2).

Os componentes responsáveis pelo ajuste da dependência espacial, descreveram para o MO o valor do efeito pepita de 14,21, e o valor do patamar de 34,08. Para o K, o efeito pepita foi de 0,01, com um patamar de 0,01. Já para o P, o efeito pepita foi de 0,20 e o patamar de 3,59. Os semivariogramas para a P, K e MO, apresentaram valores de alcance de 77,55; 29,55; e 170,26 m, respectivamente. Para Panosso et al. (2008), o alcance é um relevante parâmetro no esboço do semivariograma, representando a distância máxima dos pontos das variáveis correlacionadas espacialmente.

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 identificados nas análises 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 necessária para o planejamento e avaliação experimental, auxiliando na definição dos procedimentos de amostragem (MCBRATNEY E WEBSTER 1986).

Outro fator de suma 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 será a continuidade espacial do fenômeno, corroborando com uma menor variância não explicada e maior confiabilidade no resultado (LIMA et al., 2010). Portanto, uma análise na qual o 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). Desta maneira, para a maioria das variáveis analisadas, pode-se comprovar que o erro experimental é praticamente nulo.

De acordo com os erros de predições dos modelos de semivariogramas teóricos (TABELA 3), o modelos que melhor se ajustaram para a MO, K e P foram o circular,

gaussiano e circular, respectivamente (TABELA 2).

Propriedades	Modelo	Alcance	Patamar	Efeito Pepita	Dependência	GDE (%)
MO (%)	Circular	170,26	34,08	14,21	Moderado	41,71
K (cmolc/dm ³)	Gaussiano	29,55	0,01	0,01	Moderado	63,51
P (mg/dm ³)	Circular	77,55	3,59	0,20	Forte	5,69
	M	RMS	MS	RMSS	ASE	
MO (%)	0,0753	5,2492	0,0148	1,0653	4,9073	
K (cmolc/dm ³)	0,0018	0,1119	0,0103	0,9869	0,1132	
P (mg/dm ³)	0,0146	1,0013	0,0066	0,9992	1,0052	

Tabela 2 - Modelos de semivariogramas ajustados para as propriedades do solo, numa catena, sob campo nativo.

MO: Matéria orgânica. K: Potássio. P: Fósforo. GDE: Grau de dependência espacial. M: Média dos Erros Preditos. RMS: Raiz Quadrada da Média do Erro ao Quadrado. MS: Média dos Erros Padronizada. RMSS: Raiz Quadrada da Média dos Erros Padronizados ao Quadrado. ASE: Média da Variância dos Erros Padronizados.

Para analisar o relacionamento entre as propriedades do solo e o AT, procedeu-se a análise de correlação de Pearson ($p < 0,01$) (TABELA 3). As variáveis P e K correlacionaram-se fracamente com o IUT, desta maneira, pode-se afirmar que, os maiores teores destes elementos são encontrados em áreas com solo com maior saturação por água, corroborando com as observações de Capoane (2015). O MDE por sua vez, apresentou correlação moderada com a MO, forte com o P e muito forte com o K, isto é, predominando os maiores teores nas menores elevações, exceto uma porção de terras localizada a sudeste da catena, a qual apresenta um teor de MO considerável.

Propriedades	Casos	P	K	MO	MDE	IUT
P	920	1	0,730**	0,509**	-0,737**	0,319**
K	920	0,730**	1	0,474**	-0,909**	0,296**
MO	920	0,509**	0,474**	1	-0,571**	0,014

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson para as propriedades do solo e atributos do terreno, numa catena, sob campo nativo.

**= Correlação significativa no nível de 1%. P= Fósforo. K= Potássio. MO= Matéria orgânica. MDE= Modelo digital de elevação. IUT= Índice de umidade do terreno.

Também, Kitchen et al. (2003) observaram um comportamento semelhante para a MO. Áreas com valores mais elevados de IUT podem apresentar menor mineralização da MO e maior deposição de sedimentos em relação as zonas com baixos valores de IUT (TERRA et al., 2004).

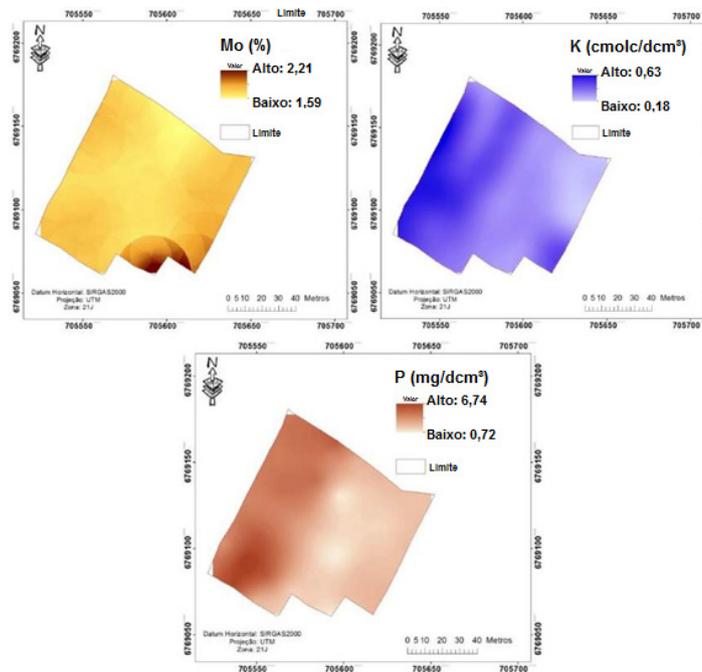


Figura 2 - Mapas da distribuição espacial das propriedades de NEOSSOLOS, numa encosta, sob campo nativo.

O comportamento das propriedades dos solos em relação ao MDE vão de encontro aos padrões observados em trabalhos desenvolvidos por Moore et al. (1993); Gessler et al. (2000) e Florinsky et al. (2002). Assim, estas propriedades são mais abundantes em uma área de depósito que recebe o aporte de sedimentos, que está localizada na direção oeste da catena.

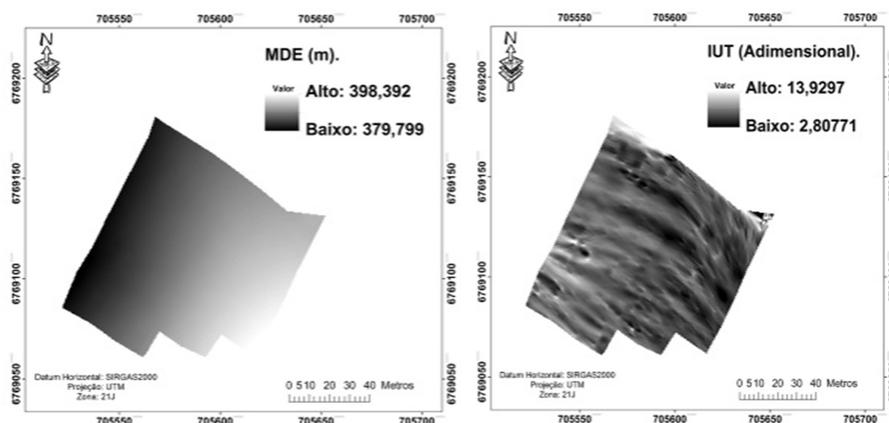


Figura 3 - Mapas da distribuição espacial da elevação e do índice de umidade do terreno em NEOSSOLOS, numa encosta, sob campo nativo.

Entretanto, infere-se que tenha um menor teor de P, K e MO nas áreas onde ocorre a maior drenagem com as maiores perdas de solo, pois tem-se uma maior remoção desses nutrientes pela água (CAPOANE, 2015).

4 | CONCLUSÕES

- Os teores de fósforo e potássio correlacionaram-se positivamente na paisa-

gem com os teores de matéria orgânica.

- No terço inferior da encosta, na área de deposição, os valores elevados de fósforo, potássio e matéria orgânica, são mais frequentes.
- É possível estabelecer padrões de distribuição espacial das propriedades do solo baseados nas feições do relevo.
- A densidade amostral foi de grande importância para a definição das variáveis com exatidão.

REFERÊNCIAS

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. **Hydrological Sciences Bulletin**, 24, p. 43-69, 1979.

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, p.373- 413, 1989.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M., et al. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CAPOANE, V. **Influência do relevo e do uso da terra na distribuição espacial e vertical de fósforo e carbono do solo em uma bacia hidrográfica do planalto do rio grande do sul**. 2015. 123p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

COELHO, M. G. Variabilidade espacial das características físicas e químicas em um solo salino sódico. **Ciência Agrônômica**, v.14, p.149-156, 1983.

CURI, N; KÄMPF, N.; MARQUES, J. J. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2005.

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.

CQFSRS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p

de ALMEIDA, J. A. **Solos das Pradarias Mistas do sul do Brasil**. In: CURI, N. et. al., eds. **Pedologia: Solos dos Biomas Brasileiros**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. P.408-463.

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

ESRI. ENVIROMENMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Using ArcGIS geoestatistical analyst**. Redlands, 2016.

EVANS, J.D. **Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences**. Pacific Grove, Calif.: Brooks/Cole Publishing; 1996.

FLORINSKY, I. V.; EILERS, R. G.; MANNING, G. R., et al. Prediction of soil properties by digital terrain

modeling. **Environmental Modelling & Software**, v. 17, p. 295–311, 2002.

GALLANT, J. C.; HUTCHINSON, M. F. **Towards an understanding of landscape scale and structure**. 1996. Disponível em: http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/sf_papers/gallant_john/paper.html. Acesso em: 18 fev. 2014.

GESSLER, P. E.; CHADWICK, O. A.; CHAMRAN, F., et al. Modeling soil-landscape and ecosystem properties using terrain attributes. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p. 2046–2056, 2000.

JENNY, H. **Factors of Soil Formation: A Quantitative System in Pedology**. McGraw-Hill, New York, p.281, 1941.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: Relações solo planta**. São Paulo: Agronomia Ceres, 1979. 262p

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L., et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.821-832, 2003.

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.

MACHADO, S.R.V. **Caracterização química, física e 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.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: CERES, 2006. 638p.

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.

MANFRINATO, W.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. C., et al. Monitoring carbon stocks in soil of a forest-pasture chronosequence and determining its origin with isotope technology in Guaraqueçaba (PR), Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST CARBON SEQUESTRATION AND MONITORING, 2002, Taipei. Proceedings... Taipei: **Taiwan Forest Research Institute**, Nov. 2002. p. 142-153.

MARQUES JÚNIOR, J. **Caracterização de áreas de manejo específico no contexto das relações solo-relevo**. 2009. 113 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MOORE, I. D.; GESSLER, P. E.; NIELSEN, G. A., et al. Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Science Society American Journal**, v. 57, p. 443–452, 1993.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLACO, A. F. Agricultura de precisão. São Paulo: **Oficina de textos**, p. 111, 2015.

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

NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties. Part 2. Madison, **Soil Science Society of America**, p.539-579, 1982.

PANOSSO, A. R.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J., et al. Variabilidade espacial da emissão

de CO₂ em Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de manejo. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.227-236, 2008.

PEDRON, F.A. **Mineralogia, morfologia e classificação desapolitos 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 sapolitos derivados de rochas vulcânicas da formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:119-128, 2009.

PRADO, M. R. Nutrição de plantas. São Paulo: **UNESP**, 2008. 407p.

REEVES, D. W. The role of soil organic matter in maintaining quality in continuous cropping systems. **Soil and Tillage Research**, v. 43, n. 1-2, p. 131-167, nov. 1997.

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.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2002. 86p.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. **Composição da fase sólida orgânica do solo**. In: MEURER, E. J. (Ed.). Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 69 p.

SWIFT, R.S. Method for extraction of IHSS soil fulvic and humic acids. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMMER, M.E. Methods of soil analysis. Madison: **Soil Science Society of America**, 1996. p.1018-1020.

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.

TERRA, J. A.; SHAW, J. N.; REEVES, D. W., et al. Soil carbon relationships with terrain attributes, electrical conductivity and soil survey in a coastal plain landscape. **Soil Science**, v. 169, n.12, p. 819–831, 2004.

TOLEDO, J. J. **Influência do solo e topografia sobre a mortalidade de árvores e decomposição de madeira em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. 2009. 85 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

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

USDA. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil Survey Manual**. Washington: Govt. Print. Off., 1951. 503 p.

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.

WARRICK, A.W.; NILSEN, 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

