

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME X



**Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera**
Organizadores

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizador

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume X



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB

UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume X / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 177p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-5872-269-4 DOI https://doi.org/10.46420/9786558722694 1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume X” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho; variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja; variabilidade espacial de micronutrientes catiônicos do solo; variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação; modelagem estatística utilizando o método de heatmap para a avaliação da cultura da laranja irrigada com água residuária; água tratada magneticamente na cultura da alface e do rabanete; omissão de Nutrientes em Espécies Florestais Nativas do Brasil; água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete e da alface; plantas medicinais e seu potencial controle sobre patógenos de culturas agrícolas; melhoramento genético do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*); seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), alterações morfológicas em variedades de cana-de-açúcar induzidas pela restrição hídrica. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume X, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Plantas medicinais e seu potencial controle sobre patógenos de culturas agrícolas	6
Capítulo II	20
Melhoramento Genético do Feijão-fava (<i>Phaseolus Lunatus</i>)	20
Capítulo III	51
Seletividade de inseticidas a <i>Trichogramma Pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Helicoverpa Armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)	51
Capítulo IV	66
Alterações morfológicas em variedades de cana-de-açúcar induzidas pela restrição hídrica	66
Capítulo V	88
Mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho	88
Capítulo VI	96
Variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja	96
Capítulo VII	108
Variabilidade espacial de micronutrientes catiônicos do solo	108
Capítulo VIII	118
Variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação	118
Capítulo IX	127
Modelagem estatística utilizando o método de <i>heatmap</i> para a avaliação da cultura da laranja irrigada com água residuária	127
Capítulo X	137
Omissão de Nutrientes em Espécies Florestais Nativas do Brasil	137
Capítulo XI	151
Água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete	151
Capítulo XII	159
Impacto da irrigação com água tratada magneticamente na alface lisa	159
Capítulo XIII	168
Produtividade da alface crespa é impactada pelo uso de água tratada magneticamente	168
Índice Remissivo	175
Sobre os organizadores	177

Variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja¹

Recebido em: 08/03/2022

Aceito em: 14/03/2022

 10.46420/9786558722694cap6

Realdo Felix Cervi² 

Jorge Wilson Cortez^{3*} 

Sálvio Napoleão Soares Arcoverde⁴ 

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das principais culturas produzidas no Brasil, cuja produção encontra-se distribuída nas diferentes regiões do país. Nos últimos 40 anos ocorreu significativa expansão das áreas destinadas à produção de grãos, fazendo-se necessário a adoção de tecnologias e ferramentas para melhorar o gerenciamento da propriedade rural (Trentin et al., 2018).

Entre as ferramentas utilizadas ao longo do tempo, destacam-se as ferramentas de agricultura de precisão (AP), como o emprego de amostragem de solo em grade e a adubação a taxa variada a lanço (Soares Filho; Cunha, 2015). Estas ferramentas são utilizadas para o gerenciamento de sistemas de produção intensivo, principalmente àqueles voltados à produção de grãos e algodão, cuja atividade gera um custo elevado especialmente com a adubação (Zonta et al., 2014).

Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que o estudo da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo constitui um importante instrumento no processo da escolha da área experimental, locação das unidades experimentais, coleta de amostras e análise de produtividade (Santos et al., 2012; Dalchiavon et al., 2012).

De acordo com Dalchiavon et al. (2012), a variabilidade dos atributos químicos do solo é consequência de interações complexas em processos de sua formação e de práticas de manejo do solo e da cultura, com impacto principalmente nas camadas superficiais do solo. O estudo da variabilidade espacial dos atributos da fertilidade do solo mostra-se uma importante ferramenta na compreensão da distribuição espacial dos macronutrientes do solo, auxiliando no planejamento de coletas de amostras e

¹ Parte da Dissertação de Mestrado em Agronomia do primeiro autor.

² Eng. Agr. Mestre em Agronomia. Egresso da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil.

³ Eng. Agr. Doutor, Professor, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil.

⁴ Eng. Agríc. e Ambiental, Doutor, Professor Visitante, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Dourados-Itahum km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil.

* Autor(a) correspondente: jorgecortez@ufgd.edu.br

nas práticas de manejo do solo (Zonta et al., 2014) e, portanto, no auxílio à tomada de decisão que vise atender à exigência nutricional da cultura (Santos et al., 2015).

A descrição da distribuição espacial dos macronutrientes do solo, considerando-se os efeitos conjuntos de práticas de fertilização/correção e de manejo do solo, permite melhor entendimento do comportamento dos elementos no solo, gerando informações importantes como subsídio à melhoria da fertilidade do solo e à sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola.

Portanto, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial de alguns atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico, antes e após aplicação de calcário a taxa variável, para o cultivo da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Água Santa, localizada no município de Maracaju - MS, Brasil, na latitude de -21,25 S e longitude de -55,49 W, fuso horário 21S, e altitude de 380 m acima do nível do mar. O clima é do tipo Cwa, caracterizado como temperado úmido com inverno seco e verão quente. O solo da área, conforme Embrapa (2013) é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Tabela 1), tendo na camada de 0,00-0,20 m 57% de argila, 16% de silte e 27% de areia. Na área experimental foi introduzida agricultura de grãos com a cultura de soja na safra 2018/2019, sendo anteriormente pecuária, com bovinocultura de corte por mais de 40 anos, com vegetação pastagem predominante a *Brachiaria humidicola*.

Tabela 1. Descrição dos insumos agrícolas utilizados na correção do solo antes da semeadura, safra 2018-2019 (soja). Fonte: os autores.

Calcário	Dolomítico (Região de Bonito MS)
	Composição CaO 45 - 48% MgO 6 - 10%
	PN 98 - 102 % PRNT 85 – 90 %
Dose media (kg ha ⁻¹)	3605 kg ha ⁻¹
Datas de aplicação	02/05/2018 a 05/06/2018
Calcário	Calcítico (Região de Bonito MS)
	composição CaO 50 - 53% e MgO 00 - 03%
	PN 98 - 102% PRNT 85 – 90%
Dose media (kg ha ⁻¹)	1808 kg ha ⁻¹
Datas de aplicação	02/05/2018 a 05/06/2018
KCl Dose (kg ha ⁻¹)	100 kg ha ⁻¹
Data da aplicação	28/10/2018

Selecionou-se uma área de aproximadamente 100 ha, sendo alocados (20) pontos amostrais, com grid de 5 ha (Figura 2). A coleta foi realizada no dia 10/04/2018, com amostrador de rosca acoplado a veículo motorizado, sendo ao redor de cada ponto amostral retiradas 12 subamostras na profundidade de 0,00-0,20 m. Depois de realizado a aplicação de calcário, entre os dias 02 de maio de 2018 e 06 de junho do mesmo ano, com dolomítico e calcítico em taxa variada, provenientes da região de Bonito, MS, realizou-se nova coleta (01/11/2018) na área, com grade amostral de 2 ha, tendo 50 pontos (Figura 3) com 12 subamostras por ponto na camada de 0,00-0,20 m. Os insumos e equipamentos utilizados estão descritos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 2. Descrição dos equipamentos utilizados durante a condução das safras agrícolas. Fonte: os autores.

Equipamento	Marca	Modelo	Especificações
Trator	New Holland	T7060	164 kW (223cv), 1800 rpm
Distribuidor	STARA	HERCULES 10.000	TOPPER 4500
Grade aradora	TATU	PESADA 16 discos	Off-set, 38 polegadas, 4400 mm de largura

Tabela 3. Atributos químicos do solo e os seus padrões de referências.

Atributo	Baixo	Médio	Alto	Fonte
pH	<5,0	5,0-6,0	>6,0	Sobral et al. (2015)
MO (g dm ⁻³)	<15	15-30	>30	Sobral et al. (2015)
P (mg dm ⁻³)	0-4,0	4,1-8,0	>8,0	Sobral et al. (2015)
K (mmol _c dm ⁻³)	<0,8	0,8-1,5	>1,5	Sobral et al. (2015)
Ca (mmol _c dm ⁻³)	<16	16-30	>30	Sobral et al. (2015)
Mg (mmol _c dm ⁻³)	<4	4-10	>10	Sobral et al. (2015)
Al (mmol _c dm ⁻³)	<5	5-10	>10	Sobral et al. (2015)
CTC (mmol _c dm ⁻³)	<50	50-150	>150	Sobral et al. (2015)
V (%)	<50	50-70	>70	Sobral et al. (2015)
S (mg dm ⁻³)	0-4	5-10	>10	Souza e Lobato (2004)

pH - acidez, MO – matéria orgânica, P - fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg – magnésio, Al- alumínio, H+AL – hidrogênio mais alumínio, SB – soma de bases, CTC – capacidade de troca de cátions a pH 7,0, V – saturação por bases e S - enxofre

Após a coleta das amostras, o solo foi encaminhado para laboratório onde foram determinados os valores dos atributos, sendo estes: Potencial hidrogenionico (pH), matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), hidrogênio mais alumínio (H+AL), soma de

bases SB, capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC), saturação por bases (V%) e enxofre (S). O P e K foram extraídos pela metodologia (Mehlich 1), Ca, Mg e Al via (KCl), H+Al por (SMP), S pelo (Fosfato de Cálcio) e MO através do método Walkley – Black. A interpretação dos atributos químicos do solo (pH, MO, P, K, Ca, Mg, Al, V% e CTC), foram baseadas em Sobral et al. (2015), descrito na Tabela 3. O S foi baseado nos limites estabelecidos por Souza e Lobato (2004).

Os dados foram inicialmente submetidos à análise descritiva para obtenção das medidas de tendência central e dispersão. Os dados também foram submetidos à análise de variância e comparação de médias, entre dados iniciais e pós-correção do solo para verificar a significância ou não das aplicações de correção. A fim de entender a variabilidade espacial dos dados na área do estudo, foi realizada a confecção de mapas usando-se como interpolador o inverso do quadrado da distância, conhecido como IDW na potência dois, utilizando o software de plataforma livre e aberta o QGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a estatística descritiva (Tabela 4), observou-se que o coeficiente de variação (CV) dos atributos K, Ca, Mg, SB, CTC e S diminuíram significativamente após o processo de aplicação de corretivos em taxa variada e posterior incorporação. Observou-se após a correção do solo que a maioria dos atributos estudados apresenta CV médio ($10\% < CV < 20\%$) a alto ($20\% < CV < 30\%$), exceto o P, K, Al, e S, com valores CV muito altos ($> 30\%$).

De acordo com Dalchiavon et al. (2012), trabalhando em Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio direto, a variabilidade dos atributos químicos do solo é consequência de interações complexas em processos de sua formação e de práticas de manejo do solo e da cultura, com impacto principalmente nas camadas superficiais do solo. Todavia, neste estudo, a variabilidade nos atributos da fertilidade do solo, possivelmente, esteve associada ao efeito das sucessivas e irregulares adubações e calagens, que vêm sendo aplicadas na área (Gontijo et al., 2012; Zonta et al., 2014), bem como a eventuais práticas de preparo do solo (Gontijo et al., 2012).

De maneira geral, analisando os valores médio, máximo e mínimo dos atributos químicos (Tabela 4), verificou-se que, antes e após aplicação de corretivos em taxa variável, os teores de Ca e Mg variaram de médio a alto (Sousa; Lobato, 2004), da mesma forma que o V%; e o teor de K foi classificado como muito bom/alto (Sousa; Lobato, 2004), enquanto o de P foi muito baixo (Sousa; Lobato, 2004). Ressalta-se, ainda, que o pH variou de médio a ideal, porém com valores altos (Sousa; Lobato, 2004) após a aplicação de corretivos.

Nota-se que a variação do pH (Tabela 4) entre valores baixos a altos influencia atributos dependentes do mesmo, logo, a acidez do solo possivelmente afetou nesta área a disponibilidade de P, já que Ca e Mg foram altas. Ressalta-se que, após a aplicação de corretivos e sua incorporação, houve decréscimo de Ca médio e manutenção dos teores de Mg, o que indica que deve ser estudada a viabilidade

de práticas mecânicas de manejo do solo em conjunto com a correção do solo. No entanto, o Mg mesmo sendo um elemento mais móvel do que o Ca, se manteve mesmo com a possíveis perdas pós-mobilização.

Tabela 4. Estatística descritiva para os atributos químicos do solo. Fonte: os autores.

Atributos	Média	EP	DP	V	CV	Mín	Máx	Ass	K	RJ	P
Inicial											
pH	5,82b	0,05	0,25	0,06	4,22	5,20	6,30	-0,29	0,99	0,98	>0,10 ^{ns}
MO	41,20b	0,68	3,04	9,22	7,37	32,00	45,00	-1,69	3,55	0,92	<0,01*
P	1,08b	0,08	0,37	0,13	33,80	0,60	1,70	0,36	-1,35	0,97	>0,10 ^{ns}
K	2,08b	0,28	1,27	1,60	61,02	0,90	5,10	1,58	1,26	0,86	<0,01*
Ca	59,35a	6,54	29,25	855,29	49,28	16,00	136,00	0,79	1,23	0,96	>0,10 ^{ns}
Mg	14,10a	1,37	6,13	37,57	43,47	5,00	28,00	0,39	-0,12	0,99	>0,10 ^{ns}
H+Al	52,95a	2,11	9,42	88,79	17,80	38,00	74,00	0,54	0,07	0,98	>0,10 ^{ns}
Al	1,00a	0,53	2,36	5,58	236,20	0,00	10,00	3,30	11,91	0,86	<0,01*
SB	75,50a	7,72	34,52	1191,5	45,72	22,00	165,00	0,65	1,06	0,97	>0,10 ^{ns}
CTC	128,45a	7,34	32,82	1077,0	25,55	84,00	210,00	0,96	1,02	0,96	>0,10 ^{ns}
V	56,20a	3,13	14,00	195,96	24,91	23,00	79,00	-0,79	0,26	0,97	>0,10 ^{ns}
S	4,70b	0,49	2,20	4,85	46,87	3,00	12,00	2,89	7,63	0,84	<0,01*
Pós-correção											
PH	5,99a	0,04	0,29	0,08	4,77	5,40	7,00	0,90	2,03	0,97	0,044*
MO	42,14a	0,85	6,00	36,00	14,24	28,00	55,00	0,20	-0,26	0,99	>0,10 ^{ns}
P	1,76a	0,10	0,68	0,46	38,73	1,00	3,00	0,37	-0,87	0,99	>0,10 ^{ns}
K	2,81a	0,13	0,92	0,84	32,63	1,40	5,30	1,15	0,99	0,99	<0,01*
Ca	41,02b	1,24	8,75	76,62	21,34	24,00	72,00	0,88	1,87	0,97	0,043*
Mg	14,85a	0,47	3,33	11,07	22,40	7,00	21,60	0,06	-0,29	0,99	>0,10 ^{ns}
H+Al	55,89a	1,50	10,60	112,46	18,97	27,00	80,00	-0,18	0,25	0,96	<0,01*
Al	0,24b	0,08	0,59	0,35	246,29	0,00	3,00	2,98	10,05	0,99	>0,10 ^{ns}
SB	58,56b	1,64	11,60	134,54	19,81	34,00	95,00	0,62	1,01	0,98	>0,10 ^{ns}
CTC	114,53b	0,84	5,94	35,29	5,19	102,00	128,00	0,34	-0,02	0,99	>0,10 ^{ns}
V	51,10a	1,31	9,26	85,77	18,12	30,00	78,00	0,34	0,30	0,99	>0,10 ^{ns}
S	11,66a	0,50	3,50	12,27	30,04	6,00	22,00	0,85	0,93	0,97	0,035*

Letras minúsculas na coluna comparam cada atributo com a época de amostragem. ^{ns}: distribuição normal pelo teste de Ryan-Joiner (>0,05). *: distribuição não normal pelo teste de Ryan-Joiner (<0,05). EP: erro padrão; DP: desvio padrão; V: variância; CV.: coeficiente de variação; Mín: mínimo; Máx: máximo; As: Assimetria; K: curtose; RJ: Ryan-Joiner; P: probabilidade. pH - acidez, MO – matéria orgânica, P - fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg – magnésio, Al- alumínio, H+AL – hidrogênio mais alumínio, SB – soma de bases, CTC – capacidade de troca de cátions a pH 7,0, V – saturação por bases e S - enxofre. g dm⁻³ = MO; mmol_c dm⁻³ = K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB e CTC; mg dm⁻³ = P, S.

Prado e Natale (2004) citam que a absorção de Ca para assegurar a absorção contínua do nutriente pela planta a distribuição deve ser adequada no solo, para o bom desenvolvimento do sistema radicular. Enquanto Leite et al. (2018) observaram que o comportamento do Mg no solo depende das dosagens de calcário para correção, e sua movimentação pode ser explicado pela formação de complexos orgânicos hidrossolúveis para cada tipo de solo, promovendo efeito crescente ou decrescente no decorrer do tempo.

Os altos valores de CV para o P (33,80% e 38,73%) (Tabela 4) são normalmente encontrados em trabalhos com solos tropicais, como o de Dalchiavon et al. (2012), atribuído à dificuldade na adubação fosfatada que sofre interferências de vários fatores, como, por exemplo, o teor de argila. O aumento do seu teor pode estar relacionado à correção do solo e à consequente elevação do pH, que, mesmo após o revolvimento do solo, minimizou o contato entre os colóides e o íon fosfato, amenizando as reações de adsorção (Dalchiavon et al., 2012).

Após a correção do solo com incorporação, observou-se a diminuição dos teores máximos de Al na camada superficial do solo (Tabela 4), podendo ser consequência das altas concentrações de calcário aplicados em superfície com incorporação, responsável por promover a alta translocação do calcário no perfil. Ressalta-se que este resultado foi benéfico, uma vez que, quando o calcário é aplicado em superfície sem incorporação em sistema plantio direto, normalmente ocorre diminuição de Al em relação a outros preparos, devido à baixa translocação do mesmo.

Farias et al. (2016) relatam que solos do Cerrado brasileiro exibem naturalmente baixa disponibilidade nutricional, elevada acidez e alta concentração de alumínio, fato este que pode inibir e dificultar a absorção de diversos nutrientes, afetando na adsorção/fixação de fósforo. Desse modo, após a correção do solo com incorporação fica evidente, nesta área, os efeitos do manejo químico na redução dos teores de Al, bem como no aumento dos teores de P (Tabela 4).

Analisando os mapas de espacialização dos atributos químicos do solo (Figura 1, 2 e 3), antes e após a aplicação de calcário, observou-se influência das práticas de manejo químico e mecânico do solo sobre a variabilidade espacial dos elementos na área experimental. Outro aspecto que influencia no conhecimento detalhado da propriedade rural é a densidade amostral. De maneira geral, observou-se, pós-aplicação, aumento da classe com maiores valores de pH (>6,0), em relação à intermediária (5,0-6,0). Houve também diminuição da variabilidade de Ca, Mg, K, Al, SB, CTC, V e S, ou seja, com predominância de menor número de classes. Ressalta-se que a predominância de classe de maior valor para as bases trocáveis ao longo da área do estudo, contribuiu para a elevação do pH, concordando com Dalchiavon et al. (2012) em um Latossolo Vermelho Distroférrico sob plantio direto, e com Leite et al. (2018) em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Leite et al. (2018), estudando o efeito de doses crescentes de calcário para correção do solo, verificaram que com o aumento destas ocorre decréscimo dos valores de H+Al, destacando que existe

relação entre a quantidade de elevação dos macronutrientes a partir do momento que acontece a neutralização de H+Al na primeira dosagem de CaCO₃.

Quanto à MO (Figura 1), houve predominância de classes intermediárias antes e após aplicação, evidenciando que sua espacialização possivelmente está mais relacionada ao manejo mecânico do solo, cuja mobilização altera sua distribuição vertical, bem como a maior densidade amostral pós-aplicação que aumenta a representatividade das menores classes (Caon; Genú, 2013).

Geralmente no sistema plantio direto, no decorrer no tempo de cultivo, há aumento do teor de MO na camada superficial do solo (0-0,10 m), decorrente da ausência de preparo do solo e da quantidade e qualidade dos resíduos das culturas ao longo dos anos (Dalchiavon et al., 2012). No entanto, segundo os autores, com o preparo do solo há tendência de aumento da taxa de decomposição com a incorporação da palhada; todavia, neste estudo, o recente revolvimento do solo para incorporação de corretivos não foi capaz de alterar significativamente nem os teores nem a espacialização de MO na área.

Observa-se que para a SB (Figura 3) houve maior abrangência de menores classes, do mesmo modo para Al (Figura 2) e CTC (Figura 3), enquanto o contrário foi observado para S (Figura 3) que, nitidamente, apresentou pós-aplicação maior abrangência da maior classe e predominância de níveis alto e intermediário, respectivamente. Assim, pode-se explicar a redução na variabilidade de V (Figura 3) pós-aplicação, com predominância de classes baixa e intermediária, como consequência dos resultados de SB e CTC.

De acordo com Caon e Genú (2013), a diminuição da densidade amostral baixa a qualidade de exatidão dos mapas a níveis não desejados na agricultura de precisão. Por outro lado, o aumento da mesma não acarretaria grandes ganhos em precisão, poderia inviabilizar o processo de amostragem pelo intenso trabalho de coleta e custo com análises aumentando a relação custo benefício. Os autores analisaram diferente densidade amostral que ofereça precisão nos mapas de atributos químicos e mensuraram sua implicação prática na adubação e calagem para a cultura da soja, na região de Guarapuava. Observaram que, na densidade amostral de uma amostra a cada 1 ha, os atributos apresentaram boa qualidade de exatidão em relação aos mapas gerados com a maior densidade amostral (4 ha). As demais densidades amostrais que compreendem uma amostra a cada 2 e 4 ha apresentaram qualidade de razoável a ruim, sendo então ineficiente para utilização em agricultura de precisão que preza pela qualidade de representação das características encontradas a campo.

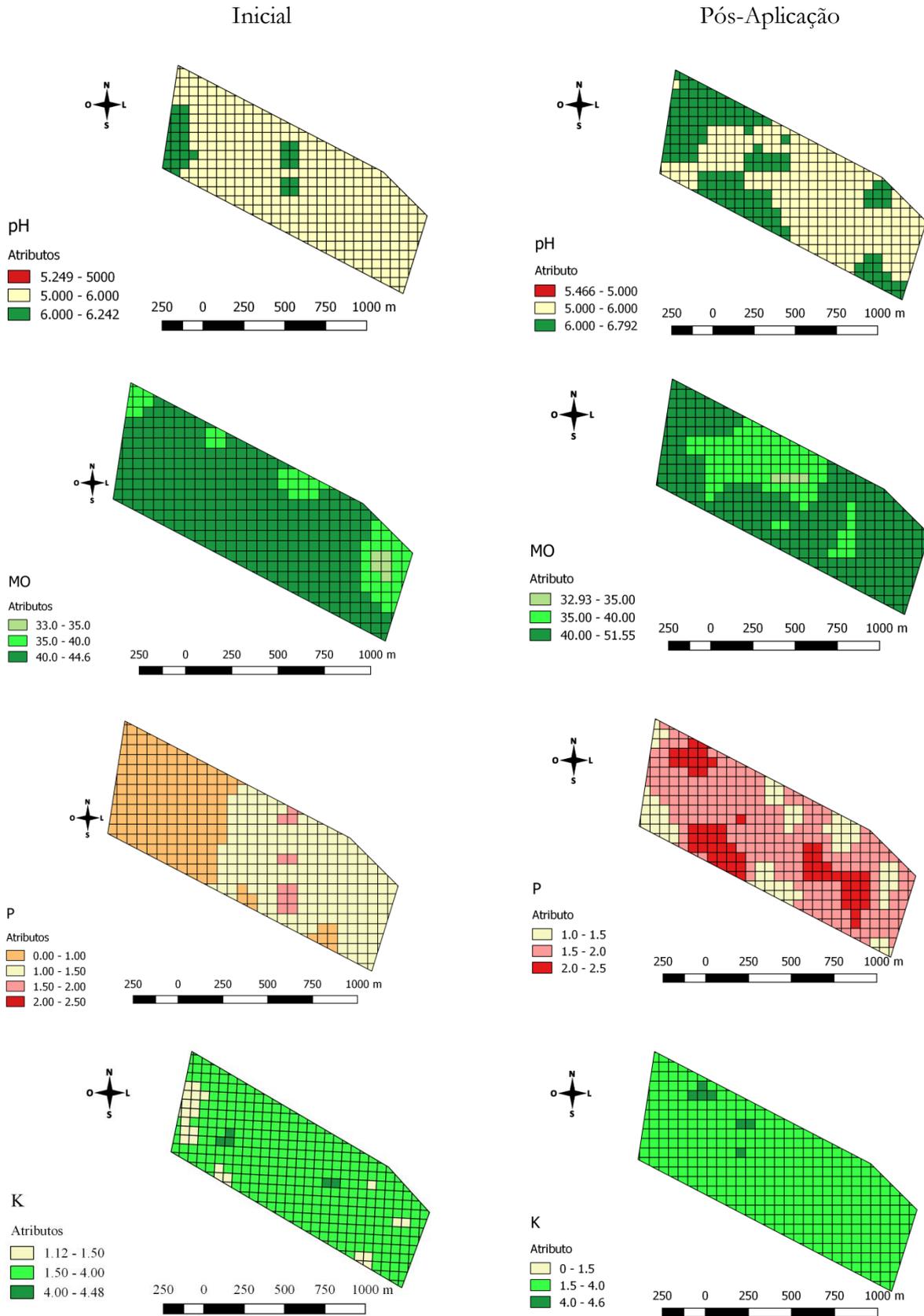


Figura 1. Espacialização dos atributos do solo antes e após a aplicação com IDW. Fonte: os autores.

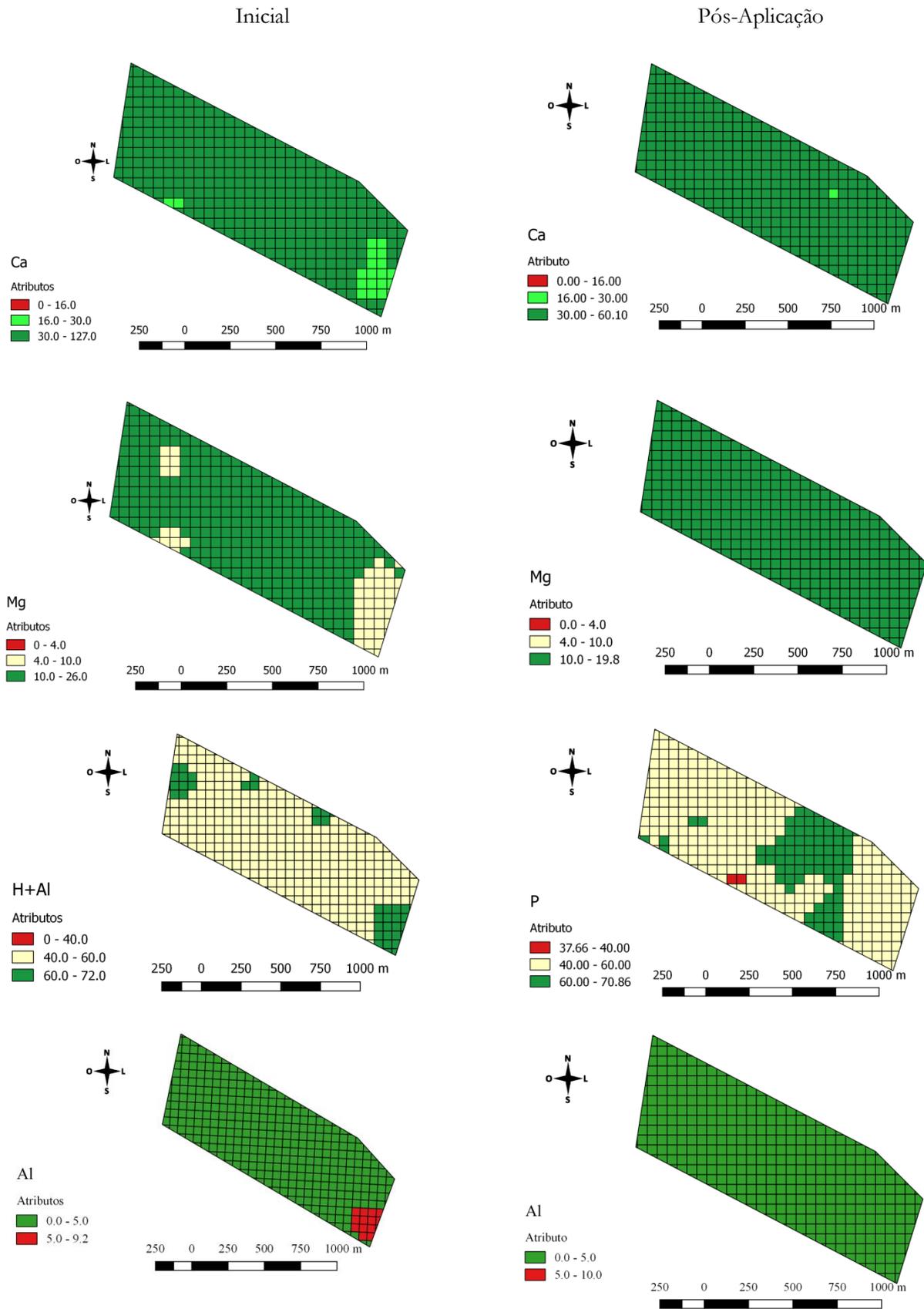


Figura 2. Espacialização dos atributos do solo antes e após a aplicação com IDW. Fonte: os autores.

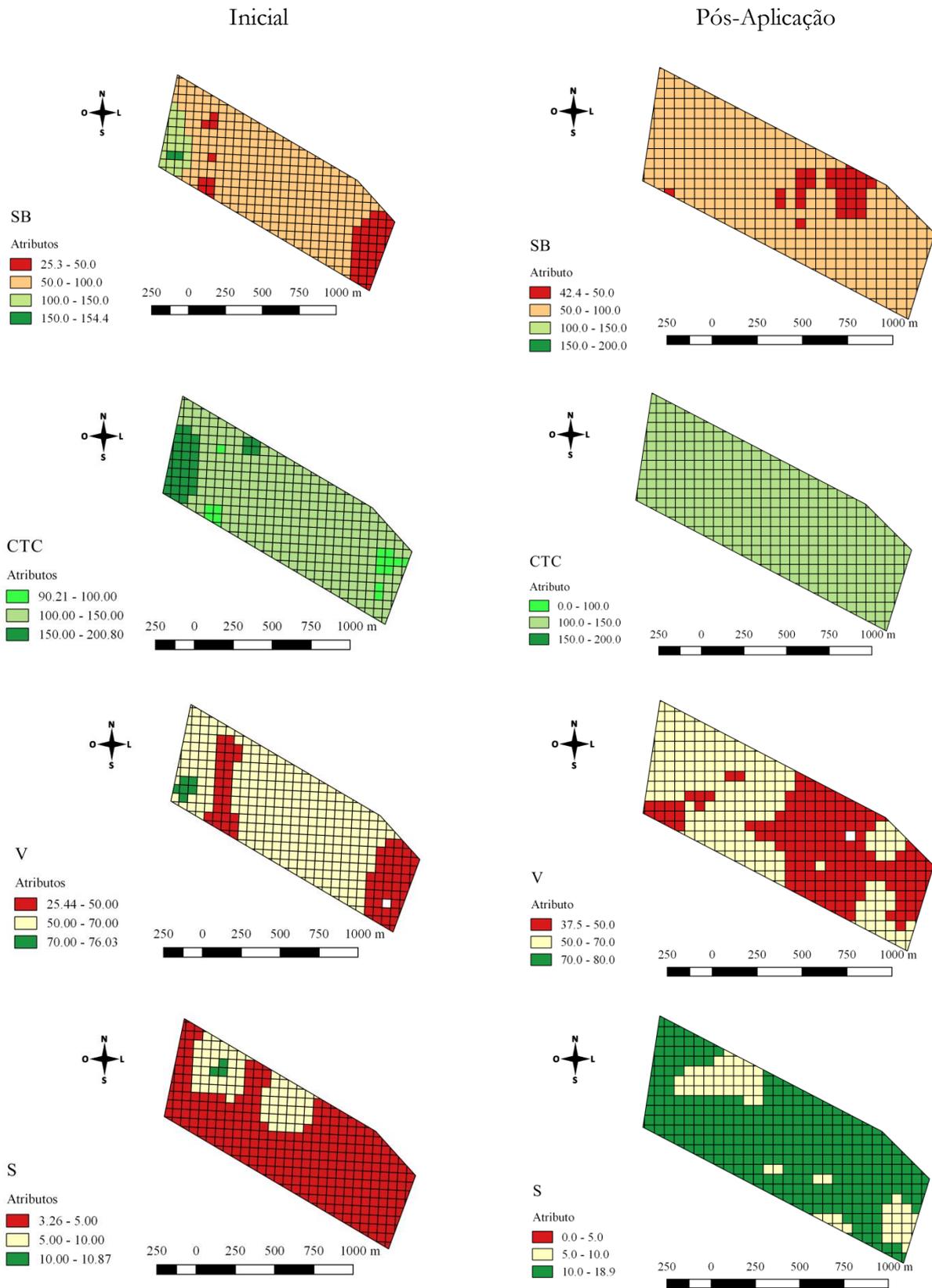


Figura 3. Espacialização dos atributos do solo antes e após a aplicação com IDW. Fonte: os autores.

De maneira geral, os resultados indicaram variabilidade espacial dos atributos químicos do solo, com teores variando desde a classe baixa até a classe alta. Por outro lado, os médios e altos teores de Ca e Mg, os quais são atributos da fertilidade do solo utilizados como critérios para definição da necessidade e da quantidade de corretivo para neutralizar a acidez do solo, estavam homogêneos em toda a malha experimental. Aliado a isso, a elevação do pH a níveis moderados e altos e a média saturação por bases ($V\% > 50,0\%$), evidenciaram a importância da realização de calagem na área, podendo esta ser realizada a lanço. Uma vez que, pelos resultados obtidos num primeiro momento na área, novos estudos serão necessários com relação à viabilidade das práticas de manejo do solo posteriores às aplicações em taxa variável.

CONCLUSÕES

A aplicação de calcário em taxa variável proporciona diminuição da variabilidade de Ca, Mg, K, Al, SB, CTC, V e S, aumento dos teores de bases trocáveis e eficiência na correção da acidez do solo.

Em geral houve melhoria da fertilidade do solo pós-aplicação de calcário, evidenciado pelo aumento dos macronutrientes do solo e do pH, com predomínio de classe com maiores teores na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caon D, Genú AM (2013) Mapeamento de atributos químicos em diferentes densidades amostrais e influência na adubação e calagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17(6): 629-639.
- Dalchiavon FC et al. (2012) Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. *Revista Ciência Agronômica* 43(3): 453-461.
- EMBRAPA (2013). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária, Brasília, Embrapa Solos, 353p.
- Farias SCC et al. (2016) Phosphorus forms in Ultisol submitted to burning and trituration of vegetation in Eastern Amazon. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 40: e0150198.
- Gontijo I et al. (2012) Variabilidade e correlação espacial de micronutrientes e matéria orgânica do solo com a produtividade da pimenta-do-reino. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36(4): 1093-1102.
- Leite OC et al. (2018) Influência de dosagens de calcário em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico no Sul de Tocantins. *Enciclopédia Biosfera* 15(28): 640-650.
- Prado RM, Natale WA (2004) calagem na nutrição e no desenvolvimento do sistema radical da caramboleira. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 3(1): 3-8.
- Santos EOJ et al. (2012) Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo, potássio no solo e produtividade da pimenta-do-reino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16(10): 1062-1068.

- Santos EOJ et al. (2015) Variabilidade espacial de macronutrientes em uma lavoura de café conilon no Norte do Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica* 46(3): 469-476.
- Soares Filho R, Cunha JPAR (2015) Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás – Brasil. *Engenharia Agrícola* 35(4): 689-698.
- Sobral LF et al. (2015). Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 13p.
- Sousa DMG, Lobato E (Ed.) (2004) Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 416p.
- Trentin RG et al. (2018) Soybean productivity in Rhodic Hapludox compacted by the action of furrow openers. *Acta Scientiarum. Agronomy* 40(35015): 1-9.
- Zonta JH et al. (2014) Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18(6): 595-602.

Índice Remissivo

- A**
- água tratada magneticamente, 152, 153, 156, 157, 158, 161, 165, 166, 167, 170, 173, 174
 alface, 169, 170, 172, 173, 174
 amarelecimento, 140
 Angico-amarelo, 145
 arborização urbana, 139
 aroeira, 144
- B**
- baru, 145
 Bignoniaceae, 139
- C**
- cálcio, 139
 cedro doce, 141
 cerejeira, 142
 clorose, 140
 Controle de patógenos, 19
 controle químico, 54
 copaíba, 140
Croton heliotropifolius, 7, 8, 13, 14
 cupuaçuzeiro, 142
- D**
- deficiência de nitrogênio, 140
 desenvolvimento, 161, 165, 166
- E**
- enxofre, 139
 Exigências nutricionais, 144
- F**
- Fertilidade do solo, 108
 fitoterápicas, 145
 Fósforo, 139
- H**
- heatmap, 130, 132, 133, 134, 135
 hortaliças, 160
- I**
- ipê-amarelo, 139
- ipê-roxo, 141
 irrigação, 152, 153, 155, 157, 160, 161, 162, 163, 164, 166
- J**
- jequitibá-branco, 146
- L**
- Lactuca sativa*, 160, 169, 172
 lodo de esgoto, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135
- M**
- macronutrientes, 139
 magnésio, 139
 Mapas de recomendação, 125
 massa seca, 141
 mogno - brasileiro, 146
 Mulungu, 147
- N**
- nitrogênio, 139
 nutriente faltante, 143
- O**
- omissão, 139
 ornamental, 139
- P**
- parasitoide, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
 paricá, 147
 pequi, 143
 pinhão-manso, 143
 pinheiro do paraná, 139
 potássio, 139
 produção, 170, 174
 produtividade, 152, 158
 propriedade medicinal, 140
- R**
- rábano, 156, 158
 raquitismo, 140
 reflorestamento, 139

S

seletividade, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 63

V

Variabilidade espacial, 116

T

Trichogramma, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 69 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 48 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br