



Aperfeiçoamento do software para a Agricultura de Precisão e Aplicação em pequenas propriedades rurais

Improving software for Precision Farming and application on small farms

Miguel A. L. Stohr¹, Franciele M. Carneiro², Guilherme W. S. Brasil³, Lucas A. Swaluk⁴, Suzan K. B. Piovesan⁵

RESUMO

No contexto de um país onde a agricultura é fundamental, destaca-se a importância da informatização dos métodos de produção rurais, especialmente para melhorar a acessibilidade à agricultura de precisão (AP) e suas geotecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Para atender a essa demanda crescente, universidades brasileiras criaram uma parceria para desenvolver o AgDataBox, um recurso online que oferece funcionalidades de AP, incluindo categorização de ZM's, recomendações de nutrientes e cálculos estatísticos. O objetivo principal deste trabalho foi delinear as zonas de manejo com base em características da soja, índices topográficos e sensoriamento remoto, utilizando técnicas de agrupamento de fuzzy, sendo realizados os testes, os menores valores de FPI e MPE demonstraram que o número ideal de zonas de manejo para o terreno é de apenas 2 regiões.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão, AgDataBox, zonas de manejo.

ABSTRACT

In the context of a country where agriculture is fundamental, the importance of computerizing rural production methods stands out, especially to improve accessibility to precision agriculture (PA) and its geotechnologies, such as Geographic Information Systems (GIS). To meet this growing demand, Brazilian universities have partnered to develop AgDataBox, an online resource that offers PA functionalities, including MZ categorization, nutrient recommendations and statistical calculations. The main objective of this work was to delineate management zones based on soybean characteristics, topographic indices and remote sensing, using fuzzy clustering techniques. When the tests were carried out, the lowest FPI and MPE values showed that the ideal number of management zones for the land is only 2 regions.

KEYWORDS: Precision agriculture, AgDataBox, management zones

INTRODUÇÃO

A agricultura é uma prática fundamental em todos os lugares do mundo, tanto para subsistência das populações tanto quanto para o desenvolvimento econômico regional, a partir do cultivo de culturas com alto valor agregado para a indústria alimentícia. Contudo, no cenário de um desenvolvimento econômico a agricultura é observada não só como uma prática que acompanha o desenvolvimento tecnológico em busca da máxima eficiência de produção.

¹ Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: miguel.2003@alunos.utfpr.edu.br

² Docente no curso de agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: fmcarneiro@utfpr.edu.br

³ Aluno no curso de ciência da computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: guilhermegdrag@gmail.com

⁴ Aluno no curso de agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: lucas_swaluk@hotmail.com

⁵ Docente no curso de Engenharia da computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: suzankpiovesan@utfpr.edu.br



O Brasil é um dos gigantes agrícolas do mundo, sendo o quarto maior produtor de grãos, e o maior produtor e exportador de soja do mundo, chegando a produzir aproximadamente 50% da soja do mundo (Guaraldo, 2022). Além da importância do Brasil no cenário mundial agrícola, demonstrando uma importante parcela da economia interna, segundo a Embrapa (2020), a agricultura no Brasil representa 43% das exportações do país e também gera 20% de todos os empregos do país e também 21% do produto interno bruto.

Uma vez destacada a importância da agricultura para a economia mundial e para o Brasil, é importante constatar que a agricultura tal qual as outras indústrias possuem novas demandas produtivas conforme o avanço da economia e do capital financeiro, logo torna-se necessário uma busca pela máxima eficiência produtiva, com uma revolução informacional.

As demandas de uma indústria 4.0 exige também uma agricultura 4.0, ou a agricultura de precisão (AP), que é por definição

“uma técnica de manejo que considera a variabilidade espacial e permite a aplicação sítio-específica de insumos, como fertilizantes, corretivos, pesticidas, sementes, água e outros. Considerando também a variabilidade temporal, a AP permite uma utilização mais racional dos insumos, no momento, local e dose corretos, com potencial de benefícios econômicos e ambientais”(Bassoi et al., 2019, p.4).

Ou seja, uma informatização da agricultura, uma implementação da ciência de dados dentro do processo produtivo agrícola, que visa a eficiência produtiva, considerando cada um dos aspectos do terreno (Piovesan 2021).

Os novos processos de AP tem cada vez mais se popularizado, e são um tema recorrente nas universidades e no meio do agronegócio brasileiro as novas ferramentas voltadas ao processo de AP, que estão intimamente ligadas com imagens de satélite e informações geoespaciais, por isso uma das ferramentas essenciais para a AP são os SIG's (sistemas de informação geográfica), que são softwares para a criação e gerenciamento de mapas e infográficos digitais, como é o caso do QGis que é um software livre de código aberto desktop, o ArcGis da esri que possui sua versão web e desktop, e o AgDataBox que é uma plataforma web desenvolvida por universidades brasileiras UTFPR e Unioeste.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi delinear zonas de manejo por meio das características biofísicas da soja, índices topográficos e sensoriamento remoto proximal usando técnicas de agrupamento de fuzzy.

MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto de apresentação deste resumo expandido é referente a melhorias em uma plataforma de AP já citada neste documento, o AgDataBox (ADB), é considerado como um software de SIG que, segundo o manual oficial da plataforma de Piovesan(2022), é uma plataforma que oferece recursos computacionais gratuitos voltados à área de agricultura de precisão, criando maior acessibilidade e viabilidade da AP para agricultores, pesquisadores e estudantes.

O ADB foi desenvolvido pelo LAMAP (Laboratório de Mecanização Agrícola e Agricultura de Precisão) da Unioeste campus Cascavel, em parceria também com o AgriLab (Laboratório de Agricultura de Precisão) da UTFPR(Universidade Tecnológica Federal do Paraná) câmpus de Medianeira. Mais recentemente modificações foram



implementadas na plataforma através do projeto “Aperfeiçoamento do software para a Agricultura de Precisão e Aplicação em pequenas propriedades rurais” do campus Toledo da UTFPR.

O ADB ainda possui a proposta para o desenvolvimento de vários módulos, contudo o único desenvolvido e totalmente disponível para uso atualmente é o AgDataBox-Map, que é um Sistema de Informações Geográficas. o ADB-Map possui funções para todo o processo de criação de ZM(zonas de manejo), que é “uma subárea, de um campo, que possui um conjunto de características semelhantes”(Piovesan, 2021, p.9), ou seja, ZM's são as subdivisões de um terreno agrícola, que serão utilizadas para determinar a aplicação específica dos insumos.

O ADB-Map pode demarcar regiões, e utilizar dados para fazer a demarcação das ZM's, através de 17 métodos de agrupamento diferentes, além de poder realizar cálculos de análise de qualidade das ZM's, interpolar dados, e realizar cálculos de recomendação de aplicação de insumos e etc.(Piovesan, 2022).

RECURSOS DESENVOLVIDOS

Como já citado anteriormente, o projeto de extensão “Aperfeiçoamento do software para a Agricultura de Precisão e Aplicação em pequenas propriedades rurais” da UTFPR do campus de Toledo, tem se proposto a modificar a plataforma adicionando funcionalidades.

Um dos recursos desenvolvidos pelos integrantes do projeto foi uma opção de personalização de mapas, permitindo aplicar transparências aos marcadores de ZM's, e também um botão de ajuda dentro da plataforma, que dá acesso à uma documentação acessível ao usuário. Esta documentação dá acesso aos vídeos tutoriais da ferramenta, que foram legendados e traduzidos para o inglês com o objetivo de melhorar a acessibilidade da plataforma também para a comunidade internacional.

Novas ferramentas que facilitam o processo de AP também foram implementadas, como um módulo de topografia, geração de histogramas de ZM's, e os métodos estatísticos PCA-SC e MPCA-SC

TESTES DE ZONAS DE MANEJO

Para apresentar a aplicação da plataforma em áreas rurais, foram escolhidas áreas experimentais da Unesp campus de Jaboticabal em cultivo de soja na safra de 2016/2017. O experimento foi localizado no município de Jaboticabal (21°15'19,6”S e 48°15'38,5”W), Estado São Paulo, Brasil. A localização da área poderá ser vista na Figura 2.

As variáveis usadas para o delineamento das zonas foram os parâmetros do solo (Modelo Digital de Elevação e os índices topográficos, como TPI - Topographic Position Index e TWI - Topographic Wetness Index), do cultivo (biomassa *in natura*, produtividade e altura de plantas) e de sensoriamento remoto proximal (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index e NDRE - Normalized Difference Red Edge Index). Os parâmetros de solo foram obtidos por meio de imagem orbital, de cultivo foi coletado as informações a campo, e de sensoriamento remoto proximal por meio de dois sensores ópticos ativos GreenSeeker, da Trimble, modelo 500 e OptRX, da Ag Leader, modelo ACS430 para a obtenção dos índices de vegetação mencionados.



Os softwares utilizados para processamento dos dados foram o QGIS® e o AgDataBox-Map, também chamado de ADB, ambos são gratuitos. O software QGIS® foi usado para a confecção dos mapas. Quanto as análises estatísticas descritivas, interpolações (IDW - Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância e Kriging) e o delineamento das ZM's, utilizamos o software AgDataBox-Map.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises descritivas, podem ser visualizadas na Tabela 1, foram realizadas para a detecção do comportamento da distribuição dos dados de cada variável. As medidas de localização tiveram valores próximos, entre a média e mediana, para cada variável. Quanto às medidas de dispersão, os valores de desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) foram poucos dispersos na sua grande maioria. No entanto, as variáveis biomassa *in natura* e produtividade tiveram altas dispersões e para o índice TPI foi muito alto CVs conforme a classificação de Pimentel-Gomes (2000). Na Tabela 2 detalhamos os parâmetros usados para cada interpolação usada, que foram IDW ou Kriging, por variável. As interpolações foram feitas por meio do software AgDataBox-Map, no qual foi identificado o tipo de interpolação que teve o melhor desempenho, que no caso foi pela krigagem para a maioria das variáveis.

Tabela 1 - Análise descritiva dos parâmetros usados das características biofísicas da planta (altura da planta, biomassa *in natura* e produtividade), do solo (MDE = Modelo Digital de Elevação, TPI = Topographic Position Index e TWI = Topographic Wetness Index) e sensoriamento remoto proximal (NDVI = Normalized Difference Vegetation Index e NDRE = Normalized Difference Red Edge Index).

Variáveis	Média	Mediana	D.P.	C.V.	Shapiro-Wilk	P-valor
Altura planta (m)	0,87	0,85	0,06	7,11	0,93 ^A	0,00
Biomassa (kg ha ⁻¹)	33192,74	33463,11	8148,73	24,55	0,99 ^N	0,97
Produtividade (kg ha ⁻¹)	5319,68	5333,00	1302,29	24,48	0,96 ^A	0,05
NDVI	0,88	0,89	0,03	3,42	0,94 ^A	0,00
NDRE	0,34	0,34	0,02	6,20	0,89 ^A	0,00
TWI	5,75	5,74	0,05	0,91	0,97 ^N	0,11
TPI	0,40	0,35	0,26	66,55	0,92 ^A	0,00
MDE (m)	614,28	614,19	1,38	0,22	0,98 ^N	0,36

D.P.: desvio-padrão, C.V.: coeficiente de variação, N: distribuição normal dos dados ($P > 0,05$), A: distribuição não normal dos dados a nível ($P < 0,05$)

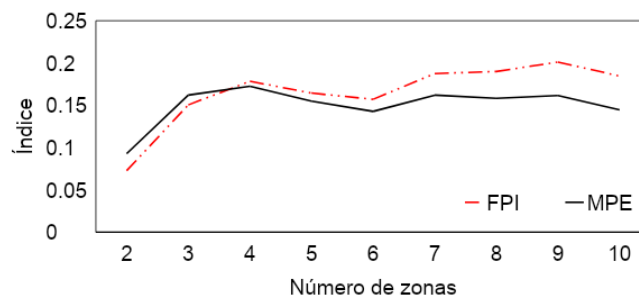
Tabela 2 - Interpolações dos parâmetros das características biofísicas da planta (altura da planta, biomassa *in natura* e produtividade), do solo (MDE = Modelo Digital de Elevação, TPI = Topographic Position Index e TWI = Topographic Wetness Index) e sensoriamento remoto proximal (NDVI = Normalized Difference Vegetation Index e NDRE = Normalized Difference Red Edge Index)

Variáveis	Inter.	Nugget Effect	Partial Sill	Range	Modelo	Exp.	Neigh.
Altura planta (m)	Krig.	0,00	0,00	110,10	Guas.	----	----
Biomassa (kg ha ⁻¹)	IDW	----	----	----	----	2,5	11
Produtividade (kg ha ⁻¹)	IDW	----	----	----	----	1	4
NDVI	Krig.	0,00	0,00	251,66	Guas.	----	----
NDRE	Krig.	0,00	0,00	204,48	Exp.	----	----
TWI	Krig.	0,00	0,00	204,48	Exp.	----	----
TPI	Krig.	0,01	0,16	251,66	Gaus.	----	----
MDE (m)	Krig.	0,00	2,13	39,19	Exp.	----	----

Inter: Interpolação, Exp.: Expoente, Neigh.: Vizinhos, IDW: Inverse Distance Weighted ou Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância, Guas.: Gaussian, Exp.: Exponencial, Krig.: Kriging

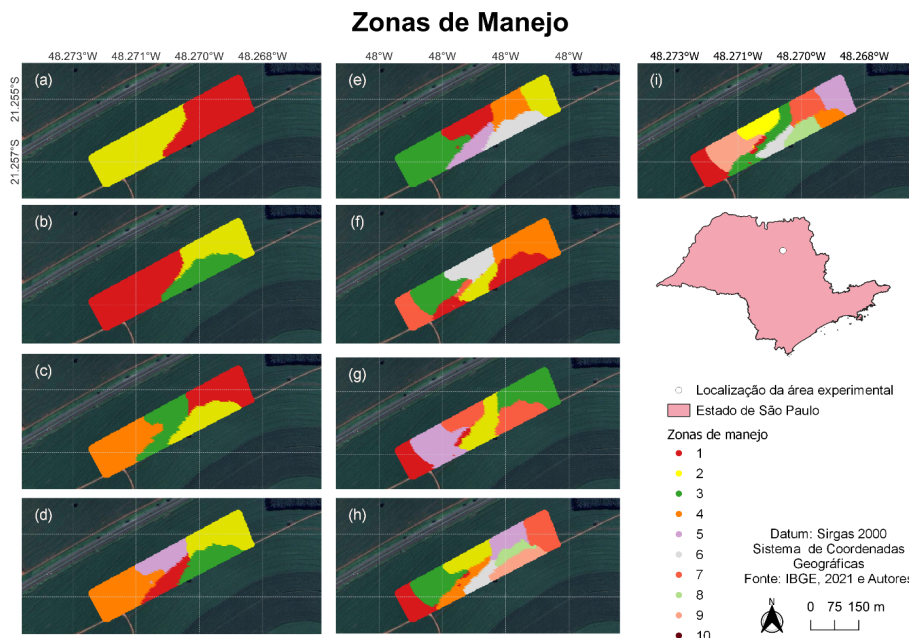
As ZM's foram definidas por meio da classificação de Fuzzy C-Means, usando os parâmetros FPI e MPE. Para a determinação do número ótimo de zonas é recomendado utilizar os menores valores do FPI e MPE (Fridgen et al., 2001), sendo que neste trabalho foi o de duas zonas, como pode ser observado na Figura 1. Em complemento, na Figura 2 observa-se variando o número das zonas, porém o recomendado conforme os resultados nos mostrou foi o de duas zonas (Figura 2a).

Figura 1 - Performance da análise de Fuzzy C-Means em função do número de ZM's (ZM)



Fonte: Autoria Própria

Figura 2 - Mapas de ZM's usando a análise de Fuzzy C-means variando a quantidade do número de zonas: 2 (a), 3 (b), 4 (c), 5 (d), 6 (e), 7 (f), 8 (g), 9 (h) e 10 (i).



CONCLUSÕES

Por fim, o projeto de extensão ainda possui mais objetivos a serem completados, como a futura escrita do artigo científico relativo aos testes feitos pela equipe do projeto. Sobre o software ainda se tem o objetivo de que as implementações realizadas ainda



sejam incluídas na versão original disponível para uso uma vez que as mesmas ainda não foram incluídas.

O software ADB revela utilidade na determinação da quantidade de ZM's, conforme evidenciado neste estudo em que a recomendação foi optar por duas zonas segundo as métricas utilizadas, assim se tem uma amostra de como o software desempenha um papel assistencial aos produtores ao delimitar zonas de manejo para quaisquer produtores rurais.

Conflito de interesse

Nenhum membro da equipe do projeto possui quaisquer conflitos de interesse relativos ao trabalho produzido, declarando o desenvolvimento de pura intenção científica.

Agradecimentos

Como último ponto é importante estabelecer a importância da ajuda e agradecer ao Professor Ricardo Sobjack em diversos pontos durante o desenvolvimento de recursos de documentação e também a disponibilização de recursos para o bolsista das instituições de fomento de pesquisa Fundação Araucária e o CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSOL, H. P. et al. Agricultura de Precisão de agricultura Digital, Revista Digital de tecnologias cognitivas, 2019, n.20, p.17-36, jul./dez. 2019;

PIOVESAN, S. K. B. **Delineamento de zonas de manejo fazendo uso de técnicas computacionais inteligentes**. Orientador: Dr. Eduardo Godoy de Souza. 2021. 44. Qualificação de Mestrado - Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel, 2021;

GUARALDO, M. C. Brasil pode superar a Índia em 2023 na produção de grãos. **EMBRAPA**. 22 set. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73611968/brasil-pode-superar-a-india-em-2023-na-producao-de-graos>;

VII PLANO, diretor da Embrapa. Brasília: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217274/1/VII-PDE-2020.pdf>;

PIOVESAN, S. K. B. et al. **AgDataBox-Map: Manual do Usuário**. 2023;

FRIDGEN, J.J.; KITCHEN, N.R.; SUDDUTH, K.A. Variability of soil and landscape attributes within sub-field management zones. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 5., Bloomington, 2000. **Proceedings**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 2001. CD-ROM;

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.