



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

SUELEN CAROLINE DE ALMEIDA

AGRICULTURA DE PRECISÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

ARIQUEMES – RO

2021

FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

SUELEN CAROLINE DE ALMEIDA

AGRICULTURA DE PRECISÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso para
a obtenção de grau de Bacharel em
Agronomia, apresentado a Faculdade
de Educação e Meio Ambiente-
FAEMA

Orientador: **Adriana Ema Nogueira**

ARIQUEMES- RO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

<p>A447a Almeida, Suelen Caroline de. Agricultura de precisão: uma revisão de literatura. / Suelen Caroline de Almeida. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021. 31 f. ; il. Orientador: Prof. Ms. Adriana Ema Nogueira. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Agronomia – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021.</p> <p>1. Agricultura de precisão. 2. Mapa de produtividade. 3. Geoestatística. 4. Gerenciamento Agrícola. 5. Produtor Rural. I. Título. II. Nogueira, Adriana Ema.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
--

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

SUELEN CAROLINE DE ALMEIDA

AGRICULTURA DE PRECISÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção de grau de Bacharelado em Agronomia, apresentado a Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA

Banca Examinadora



Adriana Ema Nogueira

Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA.



Ueliton Oliveira de Almeida

Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA.



Evelin Samuelsson

Faculdade de Educação e Meio Ambiente- FAEMA.

ARIQUEMES- RO

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que esteve comigo, me ajudando a passar os obstáculos ao longo de toda jornada, me capacitando e me dando forças para prosseguir.

Agradeço também a minha família, que sempre me amparam e me ajudaram nos momentos difíceis.

A todos os professores que ao longo da graduação me ajudaram nos momentos de maior dificuldade, os ensinamentos compartilhados, e a compreensão quando apresentei dificuldades, isso ajudou a melhorar meu desempenho pessoal e profissional.

“A persistência é o caminho do êxito.”
Charles Chaplin

AGRICULTURA DE PRECISÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A agricultura de precisão é um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da área produtiva tende em aumentar o retorno econômico e melhorar as relações com o meio ambiente, diminuindo as contaminações, sendo necessário em áreas pequenas ou extensas. Baseia-se na aplicação com taxas variáveis em particular, depende da variabilidade espacial, que expõe características e propriedades do solo. Assim, devido aos grandes avanços da modernidade, vai chegar um ponto que a mão de obra humana não irá ser suficiente para suprir a demanda de armazenamento de informações, além de fazer uso melhor do tempo, portanto, isso tudo caberá ao uso da tecnologia. Subsistem muitas maneiras de abordagem da agricultura de precisão, contudo a finalidade sempre é a mesma, solucionar por meio das estratégias problemas de desuniformidades presentes nas lavouras, e se viável conseguir algum proveito dessas desuniformidades. Agricultura de precisão traz para o produtor rural, diversas ferramentas que podem auxiliar o produtor na eficiência produtiva da sua lavoura como por exemplo: sensores de solo, sensoriamento remoto, conseguindo a precisa localização utilizando satélites para a obtenção de grandes áreas, ou o uso do Drone, que otimiza a o processo de gestão das lavouras. Assim a agricultura de precisão pode ser desenvolvida em níveis de complexidade diferentes, com diferentes objetivos. Descrever sobre a variabilidade do solo, como ocorre e como pode ser feito. Traz que na agricultura de precisão, é necessário que o produtor compreenda sobre como o solo modifica dentro do campo, portanto, precisa-se de um método de amostragem diferente dos que são tradicionalmente utilizados. No campo, a variação inclui desde poucos centímetros até dezenas de metros. A agricultura de precisão é formada por várias ferramentas de manejo que auxilia o produtor rural a gerir a sua propriedade, tratando-se de uma técnica respectivamente nova, está em constante evolução devido aos avanços tecnológicos.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, mapa de produtividade, geoestatística.

ABSTRACT

Precision agriculture is an agricultural management system based on the spatial and temporal variation of the productive area to increase economic return and improve relations with the environment, reducing contamination, being necessary in small or large areas. It is based on application at variable rates – in particular, it depends on spatial variability, which exposes the characteristics and properties of the soil. Thus, due to the great advances of modernity, there will come a point where human labor will not be sufficient to meet the demand for storing information, in addition to making better use of time, therefore, it will all be up to the use of technology. There are still many ways to approach precision agriculture, having an equal is always the same, solving through the problems of non-uniformities present in crops, and if feasible to take advantage of these non-uniformities. Precision agriculture brings to the rural producer, several tools that can help in the production of productive efficiency of his crop, for example: soil sensors, remote sensing, getting the precise location using satellites to obtain large areas, or the use of the Drone, that optimizes the crop management process. Thus, precision agriculture can be developed at different levels, with different objectives. Describe about soil variability, how it occurs and how it can be done. In precision agriculture, production needs to understand how the soil changes within the field, therefore, a different sampling method is needed from those traditionally used. In the field, a variation ranges from a few tens to tens of meters. Precision agriculture is made up of several management tools that aid in rural production and management of your property, being a respectively new technique, it is constantly evolving due to technological advances.

Keywords: Precision farming, yield map, geostatistics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapas dos teores de fósforo (a) em mg dm^{-3} e potássio (b) em mmolc dm^{-3}23
- Figura 2: Mapa de pontos candidatos a discrepantes (pontos verdes) cana de açúcar.....24
- Figura 3: Mapa dos pontos georreferenciados classificados por suas produtividades.....24

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

GPS	Sistema de Posicionamento Global
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
SIG	Sistema Informação Geográfica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 METODOLOGIA PROPOSTA	14
4 1 REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 O USO DE TECNOLOGIA NA AGRICULTURA	15
4.1.1 Agricultura de precisão: conceitos e definição	16
4.2 VARIABILIDADE ESPACIAL DOS FATORES DE PRODUÇÃO	18
4.2.1 A utilização da geoestatística como ferramenta de análise espacial	20
4.2.1 Sistemas de Informação Geográfica	22
4.2.3 Mapeamento de produtividade	22
5 CONCLUSÃO	24
6 REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão, teve seu conceito definido em 2012, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como sendo um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da área produtiva tende em aumentar o retorno econômico e melhorar as relações com o meio ambiente, diminuindo as contaminações, sendo necessário em áreas pequenas ou extensas (BRASIL, 2012).

No Brasil ela teve início no ano de 1990, e era vista como a modernização da agricultura com máquinas de alto desempenho e tecnologia, que seriam utilizadas apenas em grandes áreas e produtores de renda alta (INAMASU & BERNARDI, 2014). No final do século passado, novas tecnologias eram disponibilizadas tais como, sistema de posicionamento global (GPS), os sensores de produtividade, conjunto de sensoriamento remoto e sistemas de aplicações de insumos a taxas variáveis (RODRIGUES, 2002).

A agricultura de precisão busca maximizar os resultados entre as amostras, concessão com a mobilidade espacial e temporal, Corrêa et al., (2009) diz que a agricultura de precisão se forma por etapas, sendo elas, identificação da variabilidade, caracterização da variabilidade, identifica o principal fator limitante, desenvolve plano de ação, manejo da variabilidade e avaliação econômica e ambiental. Etapas estas que se baseiam no princípio do uso localizado de insumos em atribuição aos distintos níveis de nutrientes disponíveis no solo, evitando o excesso ou falta de insumo em locais específicos da área (RODRIGUES, 2002).

A escolha da implantação da agricultura de precisão, que consiste na tecnologia de aplicação com taxas variáveis em particular, depende da variabilidade espacial, que expõe características e propriedades do solo, tendo em vista que não há possibilidades de se planejar e cultivar em uma área que não se conhece, tendo como partida o aprendizado sobre variabilidade espacial e temporal para manejo da área, embora não houvessem recursos suficientes para se mensurar e manejar esta variação, portanto a agricultura de precisão vem sendo uma maneira não convencional de conduzir o processo (RODRIGUES, 2002; GREGO; VIEIRA, 2005).

As maneiras como podemos gerir a variabilidade são diversas, tendo em vista a mais utilizada destaca-se a amostra de solo em malha (grid), mapas de plantas

daninhas, de condutividade elétrica do solo, de compactação, a supervisão do desenvolvimento da cultura por sensoriamento remoto e, de forma mais profunda, o mapeamento da produtividade por ocasião da colheita. Os experimentos a campo são divididos em parcelas e blocos, áreas amostradas aleatoriamente, contudo com o passar do tempo e o uso do solo sua homogeneidade aumenta, então quando determinada a utilização de insumos com doses iguais a variabilidade espacial se torna ausente, o que pode causar no solo sobrecarga de nutrientes em alguns pontos e deficiência em outros (RODRIGUES, 2002; BERNARDI et al., 2014).

A partir das descrições acima, o trabalho tem como objetivo descrever a importância da agricultura de precisão na prática da variabilidade espacial do solo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever sobre a variabilidade do solo, como ocorre e como pode ser feito.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceituar sobre Agricultura de Precisão;
- Discorrer sobre variabilidade espacial do solo;
- Expor geoprocessamento para formular mapas;

3 METODOLOGIA PROPOSTA

O presente trabalho refere-se de uma revisão de literatura, de natureza descritiva, onde levantamento de material bibliográfico para o do desenvolvido se deu por meio das bases de dados gratuitas disponíveis na internet.

Sendo utilizados apenas trabalhos que contribuíssem com a riqueza deste, para a elaboração deste trabalho foram utilizados artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações de mestrado, material estes baixados na base de dados (Biblioteca Científica Eletrônica em Linha-SciELO), Google Acadêmico, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Palavras chaves utilizadas foram: geoestatística, mapa de produtividade, mapa de fertilidade do solo, agricultura de precisão, sistema de informação (SIG), sistema de posicionamento global (GPS), variabilidade espacial e temporal.

Ao final da seleção o acervo contou com cerca de 50 materiais, porém foram utilizados apenas 28 para formulação da revisão.

4 1 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O USO DE TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Santos et al. (2019) enfatizam que agronegócio está entre os principais setores da economia mundial, resultando no desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas.

Segundo Artioli e Beloni (2016) dentro da economia brasileira, a agricultura é um dos mais importantes setores, responsável por 23% do Produto Interno Bruto (PIB), e junto com a pecuária tem um volume de R\$ 100 bilhões em exportações, portanto a produção agrícola nacional, é um dos encarregados pelos valores da balança comercial brasileira.

Assim, devido aos grandes avanços da modernidade, vai chegar um ponto que a mão de obra humana não irá ser suficiente para suprir a demanda de armazenamento de informações, além de fazer uso melhor do tempo, portanto, isso tudo caberá ao uso da tecnologia. (SANTOS et al. 2019).

Os avanços da tecnologia afetam a sociedade como um todo, viabilizando a lacuna de impulsionar a produtividade e a conectividade no campo, essa evolução toda, teve seu início no século 18 na Revolução Industrial, onde surgiu grandes indústrias, favorecendo o desenvolvimento de tecnologias ao trabalho rural. (SANTOS et al., 2019).

Na perspectiva de Maluf et al. (2011) tem-se a necessidade em todos os setores do aumento de eficiência, não sendo diferente na agricultura, assim, a informatização está chegando ao meio rural, possibilitando tomadas de decisões mais eficientes, transformando o produtor rural e um empresário rural, pelo controle cada vez mais ativo na linha de produção.

De acordo Luchetti (2016) as tecnologias da informação e da comunicação contribui para o desenvolvimento de várias áreas do conhecimento, fazendo automatização dos processos, troca de conhecimentos e informações, além do armazenamento de dados. Tecnologias que podem ser utilizadas no campo, resultando em impactos positivos nas agroindústrias e cooperativas, buscando melhor produtividade e melhorias em gestão e custos.

4.1.1 Agricultura de precisão: conceitos e definição

Para Soares Filho e Cunha (2016) nos últimos anos tem acontecido uma série de transformações na agricultura, fazendo com que a agricultura requeira cada vez mais gerenciamento dos seus processos produtivos. O crescente provento das culturas, fazem conexão ao desenvolvimento de equipamentos, insumos e técnicas relacionadas ao manejo da cultura,

Os autores dizem ainda que a agricultura de precisão é respectivamente nova, entre os produtores nacionais, e tem causado dúvidas sobre as suas técnicas de manejo, o que acaba fazendo com que o produtor associe a agricultura de precisão como solução de todos os problemas da agricultura brasileira. (SOARE FILHO; CUNHA, 2016).

Em seu trabalho, Oliveira et al. (2020) ressalta que agricultura de precisão tem um grande potencial na produção brasileira, já que os produtores que adotaram essa tecnologia têm conseguido maximizar o cultivo, fazendo que toda a plantação seja mais eficiente e produtiva. Resultados obtido por intermédio de estudos utilizando ferramentas e tecnologias que estão disponíveis no mercado.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento defini agricultura de precisão como:

Um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e propriedades do solo e das plantas encontradas nas lavouras e visa à otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente. Trata-se de um conjunto de tecnologias aplicadas para permitir um sistema de gerenciamento que considere a variabilidade espacial da produção. (BRASIL, 2013).

Subsistem muitas maneiras de abordagem da AP, contudo a finalidade sempre é a mesma, solucionar por meio das estratégias problemas de desuniformidades, sendo estas população de plantas, manchas no solo, perdas na aplicação de insumos presentes nas lavouras, e se viável conseguir algum proveito dessas desuniformidades. Assim a AP pode ser desenvolvida em níveis de complexidade diferentes, com diferentes objetivos. (BRASIL, 2013).

No cenário de Miranda, Verissimo e Ceolin (2017) agricultura de precisão só foi implantada, graças ao advento Sistema por Satélite de Navegação Global, também conhecido por GPS, em 1978 nos EUA, capaz de ser ligado a microprocessadores e fazer recolhimento de informações do clima e do solo, porém, só em 1990 que foi utilizado na agricultura, com a

elaboração do “primeiro mapa de produtividade originário de um monitor de rendimento acoplado ao GPS. “Além do GPS, a agricultura de precisão faz uso de um software específico, conhecido como Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a geoestatística, que delimita a área onde deve haver a interferência para o melhor manejo da produção” (MIRANDA et al., 2017).

A maior justificativa para a adoção dessa tecnologia entre os produtores é fazer com que o solo seja semelhante para cada área de cultivo, contudo, as áreas de plantação podem ter variações em seus atributos, como: “variabilidade espacial do tipo de solo, da produtividade, das características físicas e da necessidade de nutrientes”. (MERCANTE; URIBE-OPAZO; SOUZA, 2003).

Assim Bottega et al. (2013) trazem que:

O emprego de técnicas de agricultura de precisão, como sua utilização no manejo localizado da fertilidade do solo, vem sendo amplamente utilizado. As dosagens de insumos são aplicadas de forma variável, visando atender às necessidades específicas de cada local, otimizando o processo de produção e reduzindo os impactos ambientais causados pelas práticas agrícolas. Para tanto, é indispensável a caracterização da variabilidade espacial dos atributos químicos e físicos do solo por meio de amostragem capaz de representar tais variações.

Artioli e Beloni (2016) afirmam, que AP traz para o produtor rural, diversas ferramentas que podem auxiliar o produtor na eficiência produtiva da sua lavoura como por exemplo: sensores de solo, sensoriamento remoto, conseguindo a precisa localização utilizando satélites para a obtenção de grandes áreas, ou o uso do Drone, que otimiza a o processo de gestão das lavouras.

4.2 VARIABILIDADE ESPACIAL DOS FATORES DE PRODUÇÃO

Segundo Souza (2006) a variação do solo ocorre em relação as metodologias de formação e o empenho da manifestação de seus fatores, portanto, quanto maior for a variação desses fatores, em destaque o material que dá origem ao solo, maior será a heterogeneidade dos solos de uma área.

Segundo Bottega et al (2013) os processos pedogenéticos são os responsáveis por essa variabilidade espacial de atributos dos solos, e podem ser levantados por análise de solo ou

pelas diferenças das plantas, tirando o pH do solo, os atributos químicos tem mais variação do que os atributos físicos.

Oliver (1999) traz que na agricultura de precisão, é necessário que o produtor compreenda sobre como o solo modifica dentro do campo, portanto, precisa-se de um método de amostragem diferente dos que são tradicionalmente utilizados. No campo, a variação inclui desde poucos centímetros até dezenas de metros.

Na visão de Mercante, Uribe-Opazo e Souza (2003) é indispensável que se conheça a variação espacial dos atributos do solo que regulam a produtividade das culturas para fazer a implantação de um projeto de agricultura de precisão, atualmente, existem diversas técnicas para conhecer tal variabilidade, como: “levantamento dos solos, amostragem do solo, utilização de sensores, técnicas de sensoriamento remoto ou, ainda, utilização de modelos de simulação”.

De acordo com Maluf et al. (2011) para o uso efetivo da agricultura de precisão é essencial que conheça a mutabilidade do solo e o seu manejo. Nesse sentido, os conceitos dessa técnica, estão ligados a variabilidade da produtividade e os atributos do solo e das plantas.

A variabilidade dos atributos do solo, afeta diretamente na produtividade das culturas, sendo constatada essa variabilidade e da produtividade da cultura, fazendo a localização dos lugares com baixos e altos potenciais produtivos, podem haver benefícios, com adoção de manejos localizados. (SOUZA, 2006).

Rodrigues (2002) traz que:

O tratamento localizado, que é o objetivo final da agricultura de precisão, não é, exclusivamente, uma consequência direta da utilização de equipamentos atribuídos de sensores, sistema de posicionamento e sistemas computacionais de controle de aplicação de insumos. Antes, é a integração destes e outros sistemas na geração, análise e utilização de informações que refletem a variação que pode ser tratada de forma localizada.

Portanto, são importantes para levantamento da variação dos solos, os meios de geoestatísticas, o sistema de posicionamento global (GPS), os sistemas de informação geográfica (SIG) e os sistemas e sensores para mapeamento de produtividade. (RODRIGUES, 2002).

Para Dampneu e Moore (1999) os fatores causadores da variabilidade espacial na produtividade ou na qualidade das culturas, podem ser divididos em três principais fatores, sendo:

Características imóveis, não são facilmente alterados (exemplo: textura e profundidade do solo); atributos móveis, que podem ser alterados (exemplo: pH e nutrientes do solo); e, fatores estacionais de curta duração (exemplo: clima, doenças foliares e pragas). (DAMPNEU; MOORE, 1999).

Souza (2006) destaca que a variabilidade dos atributos tem sido abordada por diversos autores, os quais atribuem essa variabilidade a diversos fatores, os quais não atuam pontualmente, mas, de acordo com um padrão determinado.

Em seu trabalho Yanai et al. (2001) faz a determinação de pH, CTC, nitrogênio inorgânicos, nitrogênio total, nitrogênio mineralizável, fósforo disponível, cálcio, magnésio, potássio, sódio, em 100 amostras coletadas em um cultivo de arroz, em área de 50x100 m, verificando-se na variação entre 20-60m, a dependência espacial dos atributos.

Barbieri et al (2002) estudaram em cultivos de cana-de-açúcar, a variabilidade espacial do potássio, fósforo e a soma de bases, verificando-se que variam entre 587m e 743m os alcances dos atributos de solo, com essas informações, os autores sugeriram que sejam utilizados uma malha suficiente para cobrir a área toda de interesse, para amostragem de avaliação desses atributos do solo em condições parecida.

Na sua pesquisa trocáveis Gonçalves (1997) avaliou em diferentes intensidades amostrais a variabilidade espacial do pH, bases do solo, fósforo, acidez trocável e matéria orgânica, constatando que conhecendo o padrão de variabilidade é possível fazer a identificação de padrões de amostragem adequados.

4.2.1 A utilização da geoestatística como ferramenta de análise espacial

A forma ideal para se analisar a variabilidade espacial de acordo com Grego et al., (2014), é fazer a análise geoestatística. Sendo necessário que se tenha o conhecimento adequado da

variabilidade espacial de todas as características área da plantação, já que sem esse conhecimento pode-se fazer aplicações indevidas dos resultados.

Entre o emprego da geoestatística para promoção de informações para assistência da agricultura, podemos destacar a caracterização e a modelagem espacial e temporal, dos quais, resultam em mapas mais precisos para suporte de informações para a produção. (GREGO et al., 2014).

Para Rodrigues (2002), o variograma ou semivariograma é uma ferramenta da geoestatística, capaz de fazer a análise e detecção da estrutura e dependência espacial dos atributos do solo, representado por $\gamma(h)$, apresentado na expressão:

Expressão de representação do semivariograma.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

N: n° de pares
experimentais;

Z: intervalo das variações
regionalizadas;

Fonte: Rodrigues, 2002.

A ferramenta central do semivariograma, demonstra uma descrição neutra do padrão e da escala de variação espacial, isso é possível, pois ele faz a medição do grau de correlação entre os pontos de amostragem, levando em consideração que é mais provável que os atributos do solo sejam parecidos em áreas vizinhas do que as que estão distantes. (OLIVER, 1999).

Um dos grandes avanços da agricultura de precisão para o manejo localizado é a possibilidade de constituir mapas ligados a produtividade agrícola aplicando a geoestatística, com uma precisão maior na tomada de decisão. Desse modo, por intermédio da geoestatística faz a avaliação da correlação espacial, utilizando para interpolar os valores de locais não medidos, produzindo assim mapas contínuos desde amostragem discretizada até estruturação de amostragens decorrentes da variabilidade espacial. (GREGO et al., 2019).

A utilização de geoestatística contempla a aquisição de dados com as suas coordenadas geográficas correspondentes, esses dados podem ser obtidos por meio de mapas temáticos, fotografias aéreas, imagens de satélite ou coleta in loco. (GREGO et al., 2014).

Ainda para os autores temos como métodos de interpolação de dados na geoestatística a krigagem, onde a krigagem ordinária é o método mais utilizado. Tratando-se de um estimador linear ponderado, que faz uso do semivariograma para derivação dos pesos, e pela diminuição da variância de estimação. Vale ressaltar que a escolha da técnica mais adequada na interpolação para estimativa de propriedade do solo não amostrados, é um dos principais princípios da agricultura de precisão. (GREGO et al., 2014).

4.2.1 Sistemas de Informação Geográfica

O Sistema de Posicional Global (GPS) é utilizado universalmente, como base de posicionamento na agricultura de precisão, manipulando de uma constelação de 24 satélites, esse sistema está disponível desde 1980, contudo somente em 1994 o sistema esteve pronto para o uso integrado em geoprocessamento. Essa tecnologia torna possível a prática da agricultura de precisão já que se utilizam informações de posicionamento em todas as fases. (RODRIGUES, 2002).

Segundo Assad e Sano (1998) as ferramentas computacionais do geoprocessamento, são denominado de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), propiciam fazer a análise complexas ao agregar dados de fontes diversas, e ao gerar bancos de dados georreferenciados, possibilitando ainda a tecnificação da produção de documentos cartográficos.

O SIG, segundo Texeira et al., (1992) é constituído por banco de dados e um conjunto de hardware e softwares que fazem a execução de operação em cima dos dados obtidos na análise espacial.

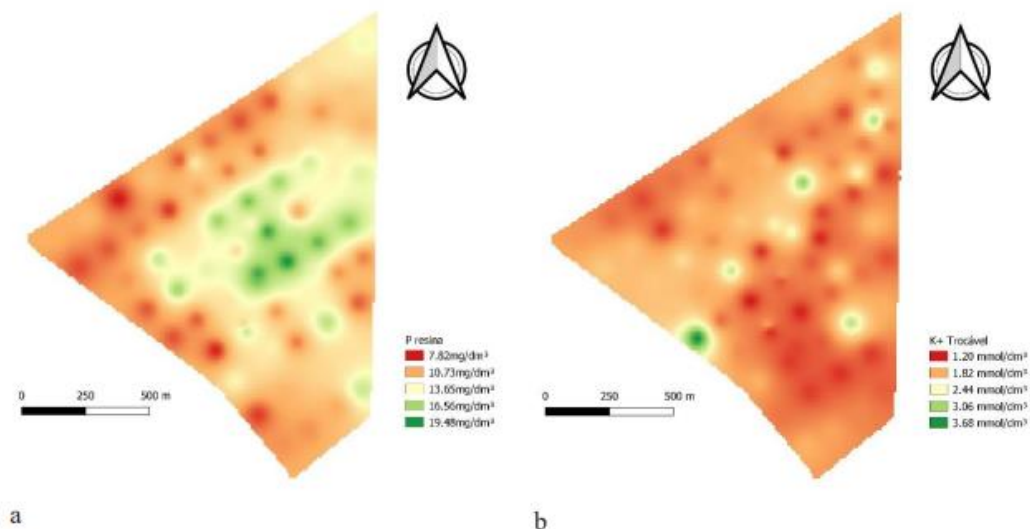
Assim, Assad e Sano (1998) afirma que SIG são sistemas que fazem o processamento computacional de dados geográficos. O SIG faz o armazenamento da geometria e os atribuídos que estão georreferenciados, ou seja, estão na superfície da terrestre e em uma projeção cartográfica qualquer. As principais características dos dados tratados em geoprocessamentos é a diversidade das fontes geradoras e de formas apresentadas.

4.2.3 Mapeamento de produtividade

Na perspectiva de Molin (2002) na agricultura da precisão existem diversas ferramentas, entre elas, os mapas de produtividade, que ajudam o produtor a entender melhor a o seu cultivo, pois permite uma melhor visualização da variabilidade das lavouras.

Para Vettorato (2003) na agricultura de precisão, o mapeamento da fertilidade do solo é de suma importância, sendo uma prática que leva em consideração a variabilidade dos atributos no solo, sendo necessário para a aplicação do nivelamento nutricional de acordo com a necessidade, os mapas de fertilidade são dispostos para determinação de mapas finais para aplicação com taxa variável de fertilizantes.

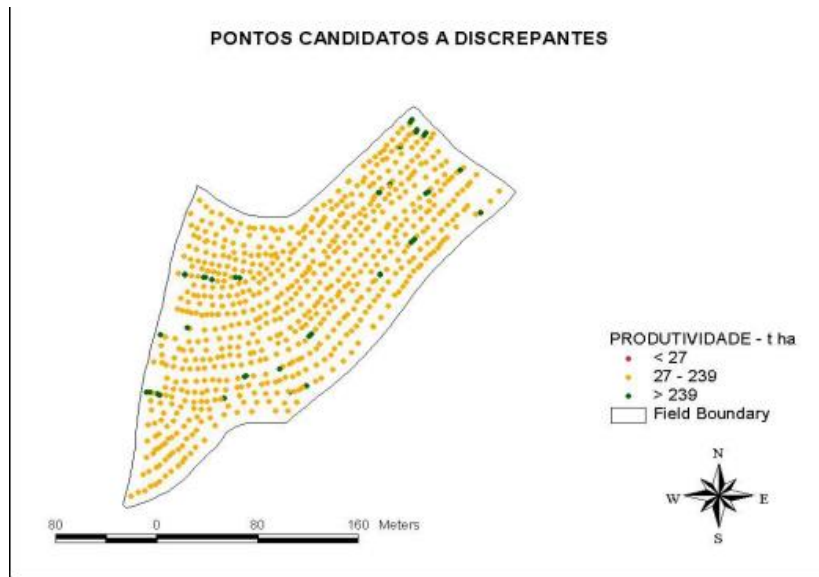
Figura 1: Mapas dos teores de fósforo (a) em mg dm^{-3} e potássio (b) em mmolc dm^{-3} .



Fonte: Scalon, 2020.

Com o mapeamento de produtividade da cultura, é possível fazer a identificação das áreas com baixo potencial produtivo, ao mesmo tempo que os mapas dos atributos do solo contribuem na identificação dos fatores que suprimi a produtividade, tratando-se de informações indispensáveis para tomada de decisão (SOUZA, 2006).

Figura 2: Mapa de pontos candidatos a discrepantes (pontos verdes) cana de açúcar.



Fonte: Molin et al., 2004

Figura 3: Mapa dos pontos georreferenciados classificados por suas produtividades.



Fonte: Molin et al., 2004

Diversos autores ressaltam, que o mapa de produtividade é a ferramenta mais eficaz para observar a variabilidade espacial das lavouras. O mapa e a junção de pontos, os quais representam uma determinada porção da lavoura, sendo limitada pela largura da plataforma da colhedora utilizada e a distância entre as leituras, com os dados obtidos faz-se a conversão para

raster, para que assim possam ser utilizados em sistemas de informação geográfica, após serem interpolados, são analisados, formando uma base de dados georreferenciados. (MOLIN, 2002)

Rodrigues (2002) fala que as informações presentes em mapas de produtividade e outros tipos de mapas, que possa resultar em atividades agrícolas, são exploradas por programas específicos da agricultura de precisão ou ferramentas disponíveis no SIG.

5 CONCLUSÃO

A agricultura de precisão é formada por várias ferramentas de manejo que auxilia o produtor rural a gerir a sua propriedade, tratando-se de uma técnica respectivamente nova, está em constante evolução devido aos avanços tecnológicos.

Existem múltiplas alternativas para aplicação da agricultura de precisão, contudo a finalidade sempre é mesma, solucionar por meio de decisões precisas as desuniformidades existentes nas lavouras, com intuito de otimizar o processo de produção, com a intenção de êxodo da atividade desenvolvida, é necessário colher o máximo possível de informações da área, onde o um bom estudo de variabilidade espacial é a melhor e maior ferramenta para se ter tais informações.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIOLI, F.; BELONI, T. Diagnostico do perfil do usuário de drones no agronegócio brasileiro. **Revista iPacege**, v.2, n. 3, p. 40-56, Piracicaba/SP, 2016. Disponível em: <https://revista.ipecege.com/Revista/article/view/73/0>. Acesso em: 28 de abr. de 2021.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de informações geografias: aplicações na agricultura. **Revista Ampliada**, 2ª ed., Brasília, 1998. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.20.56/doc/INPE%207106.pdf>. Acesso em: 26 de abr. de 2021.

BARBIERI, D. M.etal.. Variabilidade espacial de fósforo, potássio e soma de bases em um latossolo vermelho eutroférico sob cultivo de cana-de-açúcar na região de Jaboticabal, SP. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 25.; IX REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9.; VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 2002. p. 28. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/marquesjunior-518173d08e9e8.pdf>. Acesso em: 14 de jun. de 2021.

BERNARDI, A. C. C. et al. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Caderno de Ciência & Tecnologia**. v.32, Brasília-DF. 2014.

BOTTEGA, E. L. et al..Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 11, jan./mar., 2013. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1758>. Acesso em: 21 de abr. de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 852 - Art. 1º Criar a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão – CBAP. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 set. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10052.htm#:~:text=DECRETA%3A-,Art.,precis%C3%A3o%20e%20digital%20no%20Pa%C3%ADs.. Acesso em: 15 de jun. de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abasteciment. Agricultura de Precisão. **Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo**, Brasília-DF, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/agric_precisao.pdf. Acesso em: 22 de abr. de 2021.

CORRÊA, A. N.; TAVARES, M. H. F.; URIBE-OPAZO, M. A. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e seus efeitos sobre a produtividade do trigo. **Semina: ciências agrárias**, v. 30, n. 01, p. 81-94, 2009. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/seminaciencias-agrarias/30-\(2009\)-1/variabilidade-espacial-de-atributos-fisicos-do-solo-e-seus-efeitos-sob/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/seminaciencias-agrarias/30-(2009)-1/variabilidade-espacial-de-atributos-fisicos-do-solo-e-seus-efeitos-sob/). Acesso em: 10 de jun. de 2021.

DAMPNEY, P. M. R., MOORE, M. Precision agriculture in England: Current practice and research-based advice to farmers. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE**, 4, 1998, St. Paul. Proceedings... Madison: American Society of Agronomy, p.661-673, 1999. Disponível em:

<https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/1999.precisionagproc4.c64>. Acesso em: 11 de jun. de 2021.

GONÇALVES, A. C. A. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo para fins de manejo de irrigação. 1997. 118 p. **Tese de Doutorado**, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-20200111-124218/pt-br.php>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 02, p. 169-177, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tKgsKVT4V4kJd3LJVzZVJvk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 de jun. de 2021.

GREGO, C. R.; OLIVEIRA, R. P.; VIEIRA, S. R. Geoestatística aplica a agricultura de precisão. In: **BERNARDI, A. C. C. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar, Embrapa**, Brasília/DF, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002959/agricultura-de-precisao-resultados-de-um-novo-olhar>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. Agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). 220 N. Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, jan./ago. 2015 Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, p. 21-33, 2014.

LUCHETTI, A. Utilização de drones na agricultura: impactos no setor sucroalcooleiro. 2019. 37 f. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação)**- Universidade do Sul de Santa Catarina, Bacharel em ciências aeronáuticas, Palhoça/SC, 2019. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/7773>. Acesso em: 08 de jun. de 2021.

MALUF, H. J. M. et al.. Variabilidade espacial: um estudo para agricultura de precisão. In: Semana de Ciência e Tecnologia IFMG, IV. **Anais eletrônicos**. 2011. Disponível em: https://www.bambui.ifmg.edu.br/jornada_cientifica/2011/resumos/agronomia/34.pdf. Acesso em: 11 de jun. de 2021.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 72, p. 1149-1159, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n6/19209.pdf>. Acesso em: 21 de abr. de 2021.

MIRANDA, A. C. C.; VERISSIMO, A. M. CEOLIN, A. C. Agricultura de precisão: um mapeamento da base da Scielo. **Revista Gestão Organizacional**, v. 15, edição especial, p. 129-137, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231252>. Acesso em 25 de abr. de 2021.

MOLIN, J. P. **Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade**. Engenharia Agrícola, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002. Disponível em: <http://pointer.esalq.usp.br/departamentos/leb/download/APP%202002.02.PDF>. Acesso em: 11 de jun. de 2021.

MOLIN, J. P.; FONTANA, G.; GUIMARÃES, R. V.; CABRERA, F. R.; COSTA, M. B.: Elaboração de mapas de produtividade de cana-de-açúcar em corte manual com queima prévia. **Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão**. Piracicaba-SP. 2004.

OLIVEIRA, A. J. et al. Potencialidade da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Developmente**, V. 6, n. 9, p.6140-6149, set. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/15976>. Acesso em: 30 de abr. de 2021.

OLIVER, M.A. Exploring soil spatial variation geostatistically. In: **EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE**, 2, 1999. Odense. Proceedings... Silsoe: Sheffield, p.03-18.,1999. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013118396>. Acesso em: 14 de jun. de 2021.

RODRIGUES, J. B. T. Variabilidade espacial e correlações entre atributos de solo e produtividade na agricultura de precisão. 2002, 126 f. **Dissertação de Mestrado em Agronomia**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. 2002. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90599/rodrigues_jbt_me_botfca.pdf;jsessionid=6ACF630E68CB78DAE763DE55D50AAC4C?sequence=1. Acesso em: 29 de abr. de 2021

SANTOS, A. O. et al. Agricultura 4.0: uso dos drones. In: **Simpósio de tecnologia da Fatec**, 6, 2019, Taquaritinga/SP. Anais eletrônicos. Taquaritinga/SP, p. 38-48, 2019. Disponível em: <https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/428>. Acesso: 25 de abr. de 2021.

SOARES FILHO, R.; CUNHA, J. P. A. R. Agricultura de precisão: particularidade de sua adoção no Sudoeste Goiás – Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, jul./ago., p. 689-698, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v35n4/1809-4430-eagri-35-4-0689.pdf>. Acesso em: 26 de abr. de 2021.

SOUZA, C. K. Variabilidade espacial de atributos de solo e produtividade em área cultivada com café orgânico e convencional. 2006, 74 p. **Tese de Doutorado (Produção Vegetal) Universidade Estadual Paulista- UNESO**. 74p. 2006. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12350/Tese_Souza%2C%20Cleber%20Kouri%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 de jun. de 2021.

TEIXEIRA, A.L.A.; MORETTI, E.; CRISTOFOLETTI, A. Introdução aos sistemas de informação geográfica, Rio Claro, 1992. 80p.

VETTORATO, J. A. Mapeamento da fertilidade do solo utilizando o sistema de informação geográfica. 2003, 97 f. **Dissertação de Mestrado em Agronomia**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2003. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90676/vettorato_ja_me_botfca.pdf?sequence=1#:~:text=O%20Sistema%20de%20Informa%C3%A7%C3%A3o%20Geogr%C3%A1fica,infor ma%C3%A7%C3%B5es%20para%20a%20tomada%20de. Acesso em: 29 de abr. de 2021.

YANAI, J. et al.. Geostatistical analysis of soil chemical properties and rice yield in a paddy field and application to the analysis of yield-determining factors. **Soil Science and Plant Nutrition**, The Hague, v.47, n.2, p.291-301, 2001. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00380768.2001.10408393>. Acesso em: 11 de jun. de 2021.



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Suelen Caroline de Almeida

CURSO: Agronomia

DATA DE ANÁLISE: 18.10.2021

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **10,82%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet ⚠

Suspeitas confirmadas: **6,55%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados ⚠

Texto analisado: **93,05%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.4.11
segunda-feira, 18 de outubro de 2021 20:12

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **SUELEN CAROLINE DE ALMEIDA**, n. de matrícula **25883**, do curso de Agronomia, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 10,82%. Devendo a aluna fazer as correções que se fizerem necessárias.

Herta Maria de Açucena do N. Soeiro

HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

