

9 Agricultura



*Célia Regina Grego
Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues
Luiz Eduardo Vicente
Édson Luis Bolfe
Daniel de Castro Victoria*

259 **Quais as aplicações das geotecnologias e da geoinformação na agricultura?**

As geotecnologias contribuem em diversos aspectos do cotidiano do agricultor e da agricultura. Como exemplo, podem-se destacar:

- O mapeamento de propriedades rurais.
- O mapeamento de culturas, solo e relevo das áreas agrícolas.
- A certificação de imóveis rurais por meio do georreferenciamento usando-se sistemas de posicionamento global por satélite.
- A localização e a quantificação das áreas de preservação permanente e reserva legal dentro da propriedade.
- A adequação ambiental da propriedade frente ao código florestal brasileiro.
- O apoio aos processos de financiamentos rurais por meio de zoneamentos de riscos climáticos.
- A gestão da propriedade com a agricultura de precisão.
- Análises da dinâmica de uso da terra.
- A ocupação do território vinculado à atividade rural.
- Apoio ao desenvolvimento de políticas públicas por meio da compreensão de processos como expansão, retração, transição e intensificação da agricultura.

260 **Quais as metodologias usadas para mapear a agricultura brasileira?**

Existem diversas metodologias de mapeamento da agricultura. A classificação digital de imagens de sensores remotos pode ser feita através de interpretação visual das imagens ou a partir de métodos de processamento de imagem como classificação não supervisionada ou classificação supervisionada. Outros métodos mapeiam a agricultura de larga escala com algoritmos que processam índices de vegetação em séries temporais de imagens de satélite, ou seja, uma abordagem espectro-temporal.

261 No Brasil, quais as culturas agrícolas de larga escala que podem ser mapeadas?

Os mapeamentos da agricultura de larga escala incluem culturas de ciclo curto como¹⁷:

- Algodão.
- Arroz.
- Milho.
- Trigo.
- Soja.

262 Que tipo de satélites/sensores é usado no mapeamento da agricultura brasileira?

Para esse tipo de mapeamento, podem ser usados diversos satélites/sensores, destacando-se aqueles satélites disponíveis, gratuitamente, como:

- O *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS).
- Os satélites da série Landsat.



263 Existe algum ruído e/ou interferência da atmosfera nessas imagens?

Sim. A própria atmosfera interfere nas imagens captadas pelos sensores remotos. Por sua vez, a presença de nuvens também prejudica ou impossibilita a identificação do alvo na superfície. Como se isso tudo não bastasse, névoa e aerossóis, além de outras interferências, também alteram o sinal recebido pelo satélite.

¹⁷Muitas vezes, essas culturas são tratadas como uma só classe. Também existem mapeamentos feitos para a cultura da cana-de-açúcar e do café.

264 Qual o procedimento que deve ser feito para diminuir esse tipo de ruído e/ou interferência?

Quanto à interferência das nuvens, não existe um procedimento automático para remover nuvens de grandes regiões, a não ser que seja feita uma mistura de imagens de diferentes datas, onde as áreas com a presença de nuvens seja substituída por dados de outra imagem. Já os efeitos causados por aerossol ou névoa podem ser atenuados ou corrigidos usando-se métodos de correção atmosférica. Esses métodos podem ser mais simples, se baseados em formulações empíricas, ou mais complexos, quando baseados em modelos de transferência radioativa.

265 Já é possível detectar e mapear diferentes culturas agrícolas no mesmo período do ano e região?



Avanços tecnológicos estão sendo feitos para distinguir entre diferentes culturas como soja, milho e algodão. Informações secundárias, como o calendário agrícola da região, auxiliam em inferências sobre a área plantada de culturas agrícolas. Já culturas de ciclo longo, como cana-de-açúcar, café, citros e plantios florestais são mais facilmente identificadas, também em função da permanência de seu padrão espacial na paisagem.

266 No Brasil, é possível mapear a agricultura familiar, com imagens de satélite?

As imagens de alta resolução espacial, com resolução da ordem de 50 cm a 5 m, já permitem identificar áreas com pequenas

propriedades rurais, geralmente paisagens com estrutura mais complexa, e mosaicos diversificados de uso e cobertura das terras. No entanto, a aquisição e o processamento dessas imagens para extensas dimensões territoriais podem requerer investimentos de alta monta.

267 **Outros países também podem mapear a agricultura brasileira, por meio de imagens de satélite?**

As imagens de satélite recobrem todo o globo. Assim, qualquer pessoa ou país pode obter e processar imagens de quaisquer localidades. Portanto, um país pode conduzir estudos sobre a área agrícola de outros países.

268 **E o Brasil, também pode mapear a agricultura de outros países?**

Sim. O Brasil também pode mapear a agricultura de outros países, uma vez que as imagens dos sensores remotos orbitais estão disponíveis para todo o globo.

269 **É possível mapear áreas irrigadas?**

Considerando alguns tipos de imagens com melhor resolução espacial e temporal, é possível identificar, mapear e quantificar áreas irrigadas. Também é possível usar métodos baseados em imagens termais. Durante o período seco, as áreas irrigadas mantêm elevadas taxas de evapotranspiração e apresentam maior fluxo de calor latente e menor fluxo de calor sensível que a região em seu entorno.

270 **Além dos mapeamentos, que outras aplicações podem ser feitas na agricultura?**

O uso de geotecnologias permite realizar diversas análises de interesse da agricultura. Por exemplo, Sistemas de Informação

Geográfica (SIGs) podem ser usados para identificar áreas de interesse agrícola, com baixa declividade, tipos específicos de solo e condições climáticas. Assim, pode-se obter o zoneamento da área de interesse, identificando os locais mais aptos à prática agrícola e a locais onde esta não é recomendada. Igualmente, é possível conduzir estudos quanto à:

- Logística de produção para identificar áreas mais próximas aos centros consumidores e aos modais de transporte.
- Identificação e delimitação de áreas de preservação.
- Estudos para avaliar os impactos da erosão, dentre outros.

271

Esses estudos e análises dependem do tamanho da propriedade rural e da área avaliada?

As técnicas de geoprocessamento podem ser aplicadas em diferentes níveis de análise. O cálculo de distâncias ou a delimitação de uma área de interesse a partir do cruzamento de atributos de solo e clima são procedimentos que podem ser aplicados tanto em escala local, no nível da propriedade, quanto em escala regional, nacional ou até continental. No entanto, algumas análises fazem mais sentido para determinadas escalas. Por exemplo, um zoneamento de risco climático, que identifica áreas aptas para atividades agrícolas em função do clima, são trabalhos realizados em escalas regionais, estaduais ou nacionais. Já a delimitação de áreas de preservação permanente, ou aplicações em agricultura de precisão são realizadas em escalas mais locais, no nível da propriedade rural.

272

Como funciona a agricultura de precisão?

É um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial de propriedades do solo e das plantas na lavoura. Utiliza o conjunto de técnicas e metodologias para otimizar o uso dos insumos agropecuários e o manejo das culturas. A adoção da agricultura de precisão permite ao produtor rural utilizar-se de manejo diferenciado no espaço e no tempo, como exemplo, o uso

racional de insumos na lavoura, garantindo a otimização do lucro, sustentabilidade e proteção do ambiente.

273 Quando e onde surgiu a agricultura de precisão?

Os primeiros registros da agricultura de precisão ocorreram no início do século 20. Na prática, remonta à década de 1980, quando na Europa foi gerado o primeiro mapa de produtividade e nos Estados Unidos fez-se a primeira adubação em doses variadas. No Brasil, as primeiras atividades datam de 1995, com a importação de equipamentos, especialmente colhedoras equipadas com monitores de colheita e uso de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

274 Qual a diferença entre agricultura de precisão e agricultura convencional?

Essas diferenças são imperceptíveis e desprezadas:

Agricultura de precisão – Tornam possíveis as observações de uma área agrícola com olhar atento às diferenças no espaço e no tempo das principais características ambientais e agronômicas com uso de geotecnologias para elaboração de mapas.

Agricultura convencional – O manejo das lavouras é realizado pela média. Como exemplo, a aplicação de adubo na lavoura, baseado pela média de resultados da análise de fertilidade do solo da área plantada.

275 Qual a relação entre a agricultura de precisão e a geostatística?

Agricultura de precisão – Utiliza ferramentas que consideram a variação no espaço das propriedades do solo e das plantas.

Geostatística – É uma dessas ferramentas essenciais que permite uma visão espacial útil ao planejamento e ao

controle das informações de produção que variam de um local para outro, com algum grau de continuidade.

276

Qual o número ideal de pontos de amostragem para análise geoestatística?

O número adequado de pontos de amostragem irá depender de uma série de fatores, como:

- Tamanho da área.
- Tipo de informação a ser amostrada.

As amostras devem ser suficientemente próximas, para conseguir caracterizar as possíveis manchas de variabilidade. Entretanto, deve-se analisar e planejar o número de coletas de dados, principalmente por meio do custo-benefício, pois um grande número de pontos amostrais aumenta o custo da operação e pode inviabilizar a implantação.

277

Como planejar a amostragem em geoestatística?

A melhor forma de planejar a amostragem é levar em consideração dados auxiliares, como:

- Informações históricas da área.
- Mapas de solos, relevo, vegetação.
- Imagens de satélite ou fotografias aéreas, com as quais se possam identificar regiões com diferentes características, sendo possível direcionar as amostragens, concentrando-se nas regiões onde existir maior variação e diminuindo-se nos locais mais uniformes.

278

Quais os métodos de amostragem de dados para análise geoestatística?

Desde que obtidos com coordenadas geográficas, esses dados podem ser oriundos de coleta in loco no campo, via método manual ou medido por:

- Sensores.
- Imagens de satélite.
- Fotografias aéreas.
- Levantamentos topográficos e censitários.

279 Qual o número adequado de amostras de solo na agricultura de precisão?

Esse número depende do tamanho da área e do tipo de cultura:

- Em áreas mais homogêneas, os produtores brasileiros coletam em torno de uma amostra de solo a cada 5 ha.
- Em áreas mais heterogêneas, eles coletam uma amostra a cada 3 ha para áreas mais heterogêneas.

280 Quais os tipos de dados amostrados em agricultura de precisão e como georreferenciar esses dados obtidos?

Qualquer informação que auxilie no gerenciamento do sistema de produção e que sejam passíveis de se obter espacialmente, tais como:

- Dados de solo (fertilidade, compactação, textura).
- Planta (índice da área foliar, biomassa).
- Água (qualidade), ar.

Os dados georreferenciados são os que possuem uma referência no espaço e podem ser obtidos arbitrariamente, apenas com a medição manual da distância entre pontos, ou via sistema de posicionamento global (GPS).

281 O que são sensores, na agricultura de precisão?

São equipamentos eletroeletrônicos capazes de transformar uma grandeza física medida em campo, em informações em tempo real (sinal elétrico entendível). Em agricultura de precisão servem, por exemplo, para automação da aplicação de insumos nas lavouras

com taxas variadas, focada na dose certa de insumo proveniente da leitura do sensor.

282

Quais os tipos de sensores utilizados em agricultura de precisão?

Os sensores podem ser remotos, orbitais e suborbitais. Novos sensores proximais estão sendo usados para gerar grande quantidade de observações em alta resolução espacial. Normalmente, esses sensores fazem medições por contato direto com o solo e com a planta, ou em distâncias de até 3 m em relação ao terreno:

- Sensores de posicionamento de campo que permitem a localização precisa dentro do talhão (latitude e longitude) e a medição de valores altimétricos.
- Sensores de produtividade que permitem quantificar parâmetros da produção em função da área colhida por fluxo ou por impacto.
- Sensores das propriedades de solo que quantificam os atributos.
- Sensores de cultivo que indicam o grau de desenvolvimento das plantas são os sensores ópticos de cultivo por infravermelho, laser e radares.

283

Como a imagem de satélite pode auxiliar na adoção da agricultura de precisão?

Além de auxiliar no direcionamento da amostragem, a imagem de satélite fornece suporte no gerenciamento da produção, principalmente no monitoramento de safras, possibilitando a aquisição de dados da área das lavouras, desde a fase do plantio até a fase da colheita. Tais informações são úteis para o manejo e o monitoramento de safras, bem como na gestão e na logística da produção que acarretam:

- Aumento na produtividade.
- Diminuição de investimentos.
- Aumento dos lucros.

284 O que é variabilidade espacial?

É a variação de algum fenômeno em estudo, considerando o espaço, ou seja, é a variação de um atributo associada ao espaço físico. Assim, considerando dois pontos genéricos e um dado atributo, existirá maior semelhança de um ponto em relação ao outro, quanto menor a distância entre eles.

285 O que são semivariogramas e para que servem?

São representações gráficas da variação de um conjunto de dados em relação à distância e indicam ou não a existência da variabilidade espacial, a partir da menor distância até certo alcance de dependência espacial entre pontos.

286 O que é interpolação de dados e por que utilizar a geoestatística para essa interpolação?

É a obtenção de maior quantidade de dados nos locais não amostrados a partir dos amostrados. A geoestatística utiliza o interpolador que garante a interpolação de dados sem tendência e com a variância mínima, ou seja, garante maior precisão nos valores interpolados. O interpolador mais usado em geoestatística é a krigagem.

287 Quais os passos para se proceder à análise geoestatística dos dados?

Para se proceder à análise geoestatística, devem-se seguir os seguintes passos:

- Obter dados georreferenciados.
- Proceder à análise exploratória dos dados.
- Construir e ajustar o semivariograma.

- Identificar a dependência espacial.
- Interpolar os dados a partir dos parâmetros de ajuste do semivariograma.
- Construir os mapas de variabilidade.

288 **Como são elaborados os mapas de produtividade e qual o objetivo?**

São elaborados mediante dados de produção da cultura no campo, coletados in loco ou por sensores. Esses dados são submetidos à análise de variabilidade espacial, ou seja, a geoestatística, em que são interpolados valores nos locais não amostrados e construídos mapas de produtividade para a área amostrada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esses mapas auxiliam no gerenciamento da propriedade agrícola no que se refere ao monitoramento da safra, auxiliando na gestão e na logística da produção. Com isso, há um diagnóstico da variabilidade espacial da produtividade ao longo da área ou talhão, que pode indicar o local no qual se pode realizar a aplicação localizada de insumos, diminuindo investimentos e aumentando os lucros.

289 **O que é zona de manejo?**

É uma sub-região do campo que apresenta certa semelhança em relação à variabilidade espacial de outra região, identificada pela combinação de fatores limitantes de produtividade que pode ser manejada numa mesma taxa de aplicação de insumos.

290 **Como é feita a aplicação localizada de insumos em agricultura de precisão?**

Pode ser feita manualmente ou por equipamentos e máquinas como semeadoras, pulverizadores e adubadoras equipadas com sensores, e controladores da dosagem do insumo a ser aplicado.

291 A agricultura de precisão pode ser aplicada a pequenas propriedades rurais?

Sim. A agricultura de precisão independe do tamanho da área, apesar de ter sido difundida no Brasil para grandes propriedades. Desde que o produtor considere a variabilidade espacial dos fatores de produção na área para realizar as operações agropecuárias, deixando de pensar pela média, a pequena propriedade rural já está adotando a agricultura de precisão.

292 Em quais culturas agrícolas pode-se aplicar a agricultura de precisão?

Em qualquer cultura agrícola, pode-se aplicar a agricultura de precisão. Em culturas anuais, perenes, semiperenes, temporárias, além de sistema de ILPF.

293 Como a agricultura de precisão pode aumentar a produtividade das culturas?

A agricultura de precisão permite amparar, tecnicamente, decisões estratégicas e complexas em relação à produtividade das diferentes culturas, contribuindo para o desenvolvimento de uma produção agrícola sustentável em longo prazo. Por considerar a variabilidade espacial dos fatores de produção, são identificadas as zonas de manejo onde se pode realizar manejo, intervenção e a aplicação localizada de insumos, tornando a área menos heterogênea.

294 Quais os benefícios que a agricultura de precisão traz para o produtor e seus custos?

Diante de um mercado cada vez mais exigente em qualidade dos produtos agropecuários e a sustentabilidade ambiental, ao adotar

a agricultura de precisão o produtor se beneficia pelo adequado gerenciamento da sua propriedade agropecuária. Maior controle das informações de produção, maior eficiência na utilização de insumos, dos serviços e, principalmente, dos recursos naturais solo e a água.

295 Qual o custo para se implantar a agricultura de precisão?

Depende, principalmente, do tipo de cultura e do tamanho da área. No geral, os custos envolvidos na adoção da agricultura de precisão são principalmente os custos operacionais, relativos à amostragem e à análise do solo, à geração de mapas, aplicação à taxa variável, bem como os custos dos insumos usados para melhoria da fertilidade da área e de máquinas e equipamentos. Esses custos devem ser considerados como investimento, uma vez que a agricultura de precisão, quando bem adotada, visa melhorar a relação custo-benefício da atividade.

296 Qual o futuro da agricultura de precisão?

Ao longo do tempo, a agricultura de precisão esteve associada à sofisticada tecnologia, incluindo programas computacionais e máquinas inteligentes. Atualmente, ela está ligada à capacidade gerencial dos produtores rurais que sabem utilizar, com precisão, as ferramentas necessárias para a produção de seus campos. Futuramente, considerando o crescimento da população com relação à área disponível para produção de alimentos, o aumento da produtividade será um fator fundamental para atender a demanda por alimentos. Por isso, os produtores serão cada vez mais exigidos quanto à tomada de decisão com base em sistemas inteligentes para sobreviver no ambiente mais competitivo e sustentável.