AGRICULTURA DE PRECISA DE Boletim Técnico 06

Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina na Agricultura

Marcelo C. F. Wei¹; Ricardo Canal Filho²; José P. Molin³

agosto/2022

¹Eng. Agrônomo, Doutorando em Eng. de Sistemas Agrícolas (USP-ESALQ); marcelochan@usp.br

²Eng. Agrônomo, Mestrando em Eng. de Sistemas Agrícolas (USP-ESALQ); ricardocanal@usp.br

³Professor e coordenador do Laboratório de Agricultura de Precisão (USP-ESALQ); jpmolin@usp.br

Quem somos?

O Laboratório de Agricultura de Precisão (LAP) pertence ao Departamento de Engenharia de Biossistemas da USP-ESALQ.

Quais os objetivos?

Oferecer infraestrutura e ambiente de trabalho para as atividades e projetos relacionados ao estudo da variabilidade espacial das lavouras e das tecnologias embarcadas nos veículos e máquinas agrícolas.

Onde estamos localizados?

O LAP está sediado no Departamento de Engenharia de Biossistemas da USP-ESALQ, em Piracicaba-SP.



O final da década de 2010 tornouse um marco para a agricultura, refletindo a transição para o que se convenciona denominar de Agricultura 4.0, ou Agricultura Digital. Termos como *Big Data, Data Science, Data Mi*ning, Inteligência Artificial (IA), *Machi*ne Learning (ML) e Internet of Things (IoT) tornaram-se cada vez mais comuns no agronegócio. E, oportunamente, este boletim técnico busca apresentar de forma sucinta e prática o significado dos termos e suas possíveis aplicações.

Data Science

A tradução para português nos dá a Ciência de Dados, que é um conjunto de técnicas que orientam a extração de informações e conhecimento de um banco de dados. O conceito já um tanto antigo, mais relacionado à Ciência de Dados, é a Mineração de Dados, ou Data Mining – a extração de informações de dados por meio de tecnologias que incorporam os princípios de *Data Science*. Existem diversos algoritmos de mineração de dados, e ainda uma grande quantidade de detalhes que envolvem cada um deles. Mas a Ciência de Dados é muito mais do que apenas algoritmos de mineração de dados. Os cientistas de dados devem ser capazes de visualizar os problemas a partir da perspectiva do

banco de dados. Dessa forma, a Ciência de Dados se baseia em muitos campos de estudo tradicionais.

Os princípios fundamentais da análise de causalidade devem ser incorporados, bem como é fundamental grande parte do que tradicionalmente é estudado na estatística. Métodos para visualização simplificada de dados, como diferentes tipos de gráficos, são vitais. Existe também a necessidade de o cientista de dados utilizar a intuição, criatividade, bom senso e conhecimento técnico, para extrair sistematicamente conhecimento útil de um banco de dados com o objetivo de resolver um problema.

Big Data

Big Data, conceito que se refere a um grande volume de dados. Apresenta diversas definições, as quais variam basicamente na quantidade de Vs. Existem definições baseadas em seis (I), cinco (II), quatro (III) e até três (IV) Vs. A definição (I) sugere que Big Data sejam dados de grande Volume, gerados alta Velocidade em (frequência), apresentem Veracidade, tenham um Valor comercial, sejam provenientes de diversas fontes (Variedade) e tenham grande Visibilidade. A definição (II), exclui a necessidade da Visibilidade. A definição (III),

é uma redução da (II), ou seja, remove-se também o conteúdo de Valor, e na (IV), retira-se também a Veracidade dos dados (Figura 1).





Figura 1. Definição de Big Data de acordo com o número de Vs e sua possível obtenção na agricultura.

Ciente das definições, torna-se necessário saber como obter esse tipo de dado na agricultura. Como não existe um consenso entre autores, são exemplificadas formas (Variedade) com potencial de obtenção dados de alta densidade (Volume) e Velocidade (frequência), com o foco na gestão das lavouras. Existem outras abordagens, mesmo dentro da propriedade, focadas, por exemplo, na gestão da frota de máquinas. Dentre eles, destacam-se os dados espectrais obtidos do sensoriamento remoto: orbital, aéreo e/ou proximal (para maiores informações, veja Boletim Técnico 05 – Sensores ópticos ativos). Além deste tipo de dado, temos os dados dos monitores de produtividade das culturas (para maiores informações, veja Boletim Técnico 04 - Mapas de Produtividade), dados de condutividade elétrica aparente do solo, entre outros.

A partir do grande volume de dados obtidos, torna-se necessário buscar ferramentas que possibilitem a sua análise para transformá-los em informações úteis aos usuários. Dessa maneira, as expressões Inteligência Artificial (do inglês *Artificial Intelligence*), Aprendizado de Máquina (do inglês *Machine Learning*), Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT) e Ciência de Dados se tornaram comumente utilizadas.

Inteligência Artificial e Machine Learning

A definição de IA refere-se à capacidade de um sistema computacional de realizar atividades sem a supervisão de um ser humano, uma vez que foi previamente treinado. Como exemplo, temos o reconhecimento de voz, a tradução de idiomas e, em casos específicos para a agricultura, por exemplo, a aplicação ou não de herbicida diante da identificação de plantas daninhas.

O termo ML refere-se às técnicas utilizadas para reconhecimento de padrões a partir da aplicação de algoritmos capazes de atuar com relações lineares e/ ou não lineares. No caso da agricultura, as técnicas de ML são usualmente aplicadas para predizer atributos qualitativos e quantitativos de solos, plantas e animais.

Como forma de exemplificar os possíveis desdobramentos do ML, temos a Figura 2, na qual podemos visualizar que existem métodos supervisionados (modelos de predição com base nos dados de entrada e saída) e não-supervisionados (agrupamento e interpretação dos dados com base nos dados de entrada).



Figura 2. Exemplo de alguns métodos supervisionados e nãosupervisionados utilizados no aprendizado de máquina.

Métodos de classificação

Os métodos de classificação são aqueles capazes de atribuir uma classe a uma nova observação de um banco de dados a partir de características, ou variáveis, das observações passadas. Essa classificação é chamada binária quando possui duas classes, ou multiclasse se possuir três ou mais classes. Na agricultura, os métodos de classificação podem ter aplicações mais simples, como dividir classes de solo a partir dos atributos de uma nova amostra; ou, se utilizados em conjunto com a visão computacional, podem ter usos mais sofisticados, para identificação de frutos durante a colheita, classificação em estádios de maturação, identificação de plantas daninhas, e até mesmo na identificação de sintomas e injúrias nas plantas. Um trabalho do Laboratório de Agricultura de Precisão (LAP) da USP/ESALQ demonstrou a capacidade desses métodos de identificar e classificar frutos de café durante a colheita, com uma câmera embarcada no elevador da colhedora (Figura 3).



Figura 3. Algoritmo de classificação utilizado em conjunto com a visão computacional para identificação de frutos de café e classificação em estádios de maturação. Fonte: Tese – Helizani Couto Bazame (Biblioteca Digital da USP).

Métodos de regressão

São aqueles que, diferente dos métodos de classificação, que desejam atribuir uma nova observação a uma classe, pretendem chegar ao valor exato de um determinado atributo. Na agricultura, os métodos de regressão são aplicados em conjunto com dados de sensores com o objetivo de predizer o valor de atributos de interesse em uma amostra, como por exemplo, no sensoriamento de lavouras de cana-de-açúcar ou pomares de citros, a fim de situar

aquela amostra na escala Brix (que mede o teor de sólidos solúveis de uma amostra líquida). Exemplo disso é o trabalho realizado no LAP/ESALQ, que <u>avaliou o uso de diferentes amostras de cana-de-açúcar para, utilizando sensores espectrais e métodos de regressão, predizer atributos qualitativos da produção.</u> Outra aplicação é o uso de sensores de solo que, em conjunto com métodos de regressão, podem atribuir valores aos atributos texturais (argila, areia e silte), conteúdo de matéria orgânica e outros atributos químicos em uma amostra de solo. Nesses moldes, um outro trabalho do LAP/ESALQ <u>avaliou o uso de três diferentes sensores para aquisição de dados e, por meio dos métodos de regressão, predizer atributos de diversos atributos do solo.</u>

Métodos de agrupamento

É o nome dado às técnicas computacionais que consistem em alocar objetos/observações de um banco de dados em grupos. Estes métodos baseiam -se nas características que cada observação possui, ou seja, coloca em um mesmo grupo objetos que sejam similares de acordo com algum critério selecionável. Normalmente, irá basear-se em funções de distância, ou dissimilaridade, estatística, como a distância euclidiana, distância generalizada, ponderada, ou distância de Minkowsky, entre outras. Um bom uso dos métodos de agrupamento na agricultura pode ser observado em outro trabalho do LAP/ ESALQ, para separação das Unidades de Gestão Diferenciada (UGDs) utilizando métodos de agrupamento e dados das propriedades físicas do solo. Esses métodos podem agregar os mais diversos dados históricos de uma área, como análises de solo, produtividade de culturas, relevo, dados climáticos, etc., traduzindo isso em zonas que permitem manejo diferenciado entre si, informação de relevância à gestão das culturas.

Internet of Things

A expressão loT é utilizada para se referir a um sistema capaz de integrar/estabelecer comunicação entre diferentes sensores e equipamentos, unificando o sinal para uma central que auxilia e facilita as tomadas de decisão. A estrutura do loT é baseada em três camadas: (I) camada de percepção (sensoriamento); (II) camada de comunicação (transferência de dados); e (III) camada de aplicação (armazenamento de dados e processamento).

Como exemplo da IoT na agricultura, temos o uso dos diversos aplicativos e plataformas disponíveis nos *smartphones*. O usuário monitora os dados em tempo real (sensoriamento), que por ventura, irão auxiliá-lo em suas tomadas de decisão. As aplicações não se restringem apenas ao monitoramento de plantas, do solo ou do clima. As máquinas e implementos da produção agropecuária também podem ser monitorados, com o intuito de otimização do tempo de operação, consumo de combustível, efetiva realização da operação, e diversas outras finalidades (Figura 4).



Figura 4. Aplicativos comerciais de monitoramento em tempo real de máquinas e operações agrícolas já são oferecidos pelas empresas do agronegócio. Fonte: (A) JDLink John Deere; (B) AFS Connect Case IH; (C) AgCommand Valtra.

Dessa maneira, pode-se notar que inúmeras aplicações já são realizadas em condições de campo adotando os conceitos previamente citados. Por exemplo, sistemas/plataformas de aplicação de herbicidas a partir da detecção em tempo real da planta daninha e a sua tomada de decisão, de aplicar ou não, é uma realidade da aplicabilidade dos conceitos relacionados à IA e Aprendizado de Máquina. Outro exemplo, é a aplicação de adubos em tempo real com base em dados obtidos de sensores de dossel (vide <u>Boletim Técnico 05 – Sensores ópticos ativos</u>). Abordagens mais robustas investem em soluções no conjunto da IA, Ciência de Dados e automação, sendo, este último, a variável de grande repercussão mundial, uma vez que ainda é um desafio

a ser resolvido na indústria automobilística, cujos investimentos são maiores que os realizados na agricultura. Apesar disso, existem propostas de soluções no agronegócio. Um exemplo é o robô *Solix Ag Robotics* (Figura 5) integrado com o sistema de IA *Alice AI*, que obtém dados em campo (imagens de pragas e doenças) e realiza recomendações de manejo de forma automatizada.





Figura 5. Solix Ag Robotics, o primeiro robô agrícola brasileiro, que une conceitos de sensoriamento remoto, Inteligência Artificial e Ciência de Dados em busca da automação na agricultura. Fonte: Solinftec, Inc/Divulgação.

Assim, a aplicação de técnicas e tecnologias na agricultura com base nos conceitos da IA e suas ramificações é fundamental para que o agronegócio possa evoluir corroborando com as metas globais quanto a segurança alimentar, mudanças climáticas e sustentabilidade (ambiental, social e econômica).

Laboratório de Agricultura de Precisão Departamento de Engenharia de Biossistemas Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo Av. Pádua Dias, 11 - CEP 13418-900 Piracicaba - SP Fone: (19) 3447 - 8514 E-mail: gmap@esalq.usp.br

Visite nosso site: www.agriculturadeprecisao.org.br