

ESTADO DA ARTE DA AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA: A FRUTICULTURA AUTOMATIZADA

Considerando-se a aplicação de máquinas tratoras (autopropelidas) de equipamentos agrícolas e equipamentos automatizados para a execução de serviços na área da fruticultura no mundo, é possível situar as primeiras ações em atividades de campo nos anos 40-50, nos primórdios da história da mecanização agrícola, vinculado ao preparo de solo e ao transporte de carga nos pomares. Além disso, nos anos 60 iniciam-se as pesquisas e busca de equipamentos para mecanização da colheita massiva de frutas, processo muito impactante no sistema produtivo, devido à demanda que a mão de obra representa sobre o custo final. Já no Brasil, houve a demora vinculada à chegada dessas máquinas, relacionando a automação com as lavouras de café em São Paulo, ainda nos anos 50 e 60 e, mais recentemente, no final do século XX, nas plataformas de colheita na citricultura. Desde então, a automação na fruticultura evoluiu rapidamente, passando da fase de automação mecânica simples para a instrumentação dos processos de monitoramento e na agricultura de precisão, chegando aos dias atuais no desenvolvimento de veículos autônomos, prestes a entrarem no mercado.

As diferentes fases da automação da fruticultura no mundo

implantação do pomar; b) controle mecânico de plantas daninhas na fileira de plantio das árvores; c) manejo intensivo da parte vegetativa das plantas com podas e raleio; d) controle fitossanitário em 3 dimensões; e) colheita dos frutos com foco na manutenção da qualidade, quando direcionada ao mercado do consumidor direto.

Essas restrições acabaram por gerar demandas específicas cujas soluções, em sua maior parte, ainda se encontram em fase experimental. Algumas das soluções que já permitem utilização pelo usuário final são aquelas vinculadas ao mapeamento do solo através da condutividade elétrica, monitoramento de fertilidade, irrigação, poda e raleio mecânico (em alguns sistemas de produção), controle fitossanitário com controle de fluxo, plataformas mecânicas para apoio à colheita e os mapas de colheita em frutas para processamento.

O advento da agricultura de precisão na fruticultura, com a introdução do DGPS (GPS Diferencial), permitiu que os dados coletados no campo fossem organizados de maneira lógica e ordenada, com um ponto de mensuração definido pelas coordenadas geográficas. A partir dessa opção, foi possível não só a avaliação da variabilidade espacial, como também a variabilidade temporal, pela repetição do monitoramento no mesmo ponto ano safra após safra.

Para algumas espécies perenes, como a maçã, a

Comparado à automação agrícola em grãos, àquela voltada à fruticultura é bastante recente e só ganhou força a partir do final dos anos 90, com a introdução da agricultura de precisão na viticultura e outras culturas.

Diferente da cultura de grãos e fibras, intensamente mecanizada, a fruticultura é altamente exigente no uso de mão de obra, apresentando uma série de restrições ao amplo uso de mecanização, tais como: a) atividades de manejo de solo, como escarificação, aração e gradagem após a

variabilidade temporal vem se demonstrando mais impactante para a produção do que a espacial, diferente das culturas de grãos e fibras. A macieira depende de processos fisiológicos bianuais, ou seja, o processo de diferenciação de gemas para frutificação se inicia em uma safra e se completa somente na safra seguinte, gerando a fruta.

Portanto, ações de manejo de solo e planta, entraves climáticos (granizo, geada, seca, etc), eficiência do controle fitossanitário, afetam não somente a produção de frutos do

ano, mas também a produção de gemas floríferas e de frutos do ano seguinte. Dessa forma, somente é possível relacionar fatores como produtividade e qualidade a partir de uma série histórica de dados, aumentando a dificuldade de correlação entre as variáveis analisadas.

Em parte isso foi compensado pela evolução na eletrônica, que permitiu o avanço de sistemas de coleta, monitoramento, armazenamento, tratamento de dados e geração de informações. Assim, a evolução dos sensores é apontada como forte contribuinte para a recente evolução acentuada da pesquisa e desenvolvimento da fruticultura de precisão no mundo.

Da evolução do sensoriamento através de satélites de baixas resoluções, para a atual resolução de monitoramento, o advento e barateamento dos VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados, também conhecidos como drones aéreos) e o sensoriamento proximal por pods, drones de solo ou robôs, ainda em desenvolvimento, o processo de monitoramento se tornou tecnicamente possível para a propriedade rural, contando ainda com a evolução da capacidade de processamento em computadores, cada vez mais potentes e rápidos, associados a softwares de modelagem matemática ajustados, com maior capacidade de interpretação de dados para fornecimento de informações ao usuário.

Além disso, a evolução dos sensores proximais acontece paralelamente, com a redução do custo dos sensores individuais no solo e na planta e o aumento da capacidade de

para monitoramento ou substituição da mão de obra humana.

As grandes questões para a adoção da fruticultura de precisão no Brasil residem basicamente em quatro pontos:

a) no custo que o produtor deseja investir para monitorar seu sistema produtivo, uma vez que a fruticultura de precisão em plantas perenes necessita de estudos de variabilidade temporal, logo, são necessários alguns anos de coleta de dados no mesmo pomar para que os modelos de previsão estejam ajustados e haja diferenciação na economicidade do sistema;

b) no aumento do custo da mão de obra envolvido em algumas fases da produção, que agregado ao barateamento dos sistemas robóticos pelo mundo deverá ser substituído parcial ou totalmente por sistemas mecanizados;

c) o treinamento de técnicos que entendam o que medir, o que está sendo monitorado e como tomar a decisão sobre essas informações, evitando-se a armadilha do uso de modelos tipo “caixa preta” para previsão de ações;

d) na adaptação de máquinas e sistemas de produção voltados à fruticultura de precisão, uma vez que atualmente a estrutura das plantas nos pomares são tão variadas que inexistem maquinários que trabalhem adequadamente em todos os talhões produtivos em um mesmo pomar.

A fruticultura de precisão ainda tem muito a evoluir no mundo, principalmente com desenvolvimento de tecnologia, maquinário e sistemas de produção adaptados localmente, agregando-se a isso pessoal treinado para sua aplicação.

transmissão de dados em tempo real, substituindo-se a coleta manual primeiro por redes baseadas em fio e, posteriormente, para redes de comunicação sem fio. Mesmo essas passaram a serem testadas também como sensores, e não mais meros transmissores. Assim, hoje é possível ao usuário, lançar mão da coleta de informações remotas, em equipamentos instalados no espaço sideral, na atmosfera, junto à planta ou no solo, permitindo ao usuário a melhor tomada de decisão com base em informações em tempo real, atingindo o objetivo principal da agricultura de precisão, que é gerar e disponibilizar a informação para a melhor tomada de decisão por parte do usuário.

Evolução no Brasil

Atualmente é possível afirmar que o atual estado da arte na fruticultura de precisão nacional é equivalente aos estágios mundiais em diversas áreas. Desde equipamentos e metodologias em uso pelo público, como sensoriamento de características de solo, mecanização geral de pomares, uso de VANTs no mapeamento da variabilidade ambiental, previsão de doenças; ou em áreas onde faltam avanços que permitam imediata aplicação pelo usuário, como mapas de produção e qualidade dos frutos (previsão), monitoramento de pragas e doenças, manejo da parte vegetativa do pomar e manejo mecanizado da colheita; até, por fim, áreas da fruticultura de precisão em fases iniciais de pesquisa, como sensoriamento proximal de pomares, veículos autônomos

Luciano Gebler
Embrapa Uva e Vinho

