

# Monitoramento aéreo

Como o uso de imagens coletadas por sensores embarcados em drones pode auxiliar na detecção de doenças como a mancha foliar de *glomerella* nos pomares de maçãs e o míldio em parreirais de uvas finas

Nas últimas décadas, a agricultura brasileira se desenvolveu bastante e tornou-se referência mundial em termos de produção e produtividade. Entretanto, foco maior foi destinado às culturas produtoras de grãos, como soja e milho, por exemplo, ao passo que culturas frutíferas foram muitas vezes deixadas de lado. Principalmente, quando se refere à “Fruticultura de Precisão”, uma alusão ao termo “Agricultura de Precisão”.

A Fruticultura de Precisão pode ser definida como a utilização de estratégias ou ferramentas de manejo agrícola que levam em consideração toda e qualquer variação espacial e temporal dentro dos pomares.

Na região dos Campos de Cima da Serra, na divisa

entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, diversos produtores de uvas finas já adotam a “Viticultura de Precisão” em seus parreirais, seja na forma de zoneamento da fertilidade do solo, manejo pontual da irrigação, controle de podas, entre outros. Ao passo que, para os produtores de maçã, a Fruticultura de Precisão ainda não evoluiu da forma desejada.

Por isso, startups como a Drones4Agro, localizada no município de Vacaria, Rio Grande do Sul, têm investido massivamente em pesquisas para trazer maior confiabilidade no monitoramento agrícola de pragas e doenças utilizando imagens coletadas com sensores embarcados em drones. Com atuação não somente em culturas produtoras de grãos, mas sobretudo em



pomares de maçã e parreirais de uva da região.

Voos realizados em pomares de maçã cultivar Gala e cultivar Fuji, ainda no início do desenvolvimento dos frutos (Figura 1), possibilitaram a identificação da doença mancha foliar de *glomerella* (também conhecida como mancha foliar da Gala ou antracnose). Apesar do nome da doença se referir à cultivar Gala, a mancha foliar também pode ser detectada na cultivar Fuji. Juntas, estas duas cultivares representam aproximadamente 90% da área plantada de maçã no Brasil.

Atualmente, a mancha foliar de *glomerella* é considerada como uma das principais ameaças à cultura da macieira no Brasil, principalmente nos municípios de Vacaria, no Rio Grande do Sul, e São Joaquim e Fraiburgo (ambos em Santa Catarina). Estes municípios juntos representam quase a totalidade das maçãs produzidas em território nacional.

Devido à sua localização geográfica, essas regiões possuem condições ideais para o desenvolvimento do fungo *Colletotrichum* spp., agente causal da mancha foliar de *glomerella*. O clima úmido e a alta predisposição ao molhamento foliar fazem com que o inóculo deste patógeno esteja presente em todas as safras.

Pesquisas recentes indicam que pelo menos três espécies pertencentes ao gênero *Colletotrichum* estão associadas à mancha foliar de *glomerella*: *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum boninense*. O nome da doença “glomerella”, entretanto, tem origem na fase teleomórfica (sexual) do seu agente causal, que é fungo *Glomerella cingulata*.

Os principais sintomas da Mancha Foliar de *glomerella* são percebidos nos frutos e, sobretudo,



Figura 1 - Maçãs cultivar Gala (à esquerda) e cultivar Fuji (à direita) em pomar comercial no município de Vacaria (RS). Fotos tiradas no mesmo dia da realização dos voos para as coletas de imagens e geração dos índices de vegetação



Figura 2 - Evolução dos sintomas da mancha foliar de *glomerella* (da esquerda para a direita) em diferentes cultivares de maçã

nas folhas da macieira (Figura 2). Portanto, as manchas nas folhas são os sintomas de maior destaque no momento de analisar as imagens coletadas pelos sensores embarcados nos drones.

Através de índices de vegetação como *Visible Atmospherically Resistant Index* (Vari), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e *Normalized Difference Red Edge* (NDRE), por exemplo, é possível a diferenciação entre regiões dos pomares com folhas saudáveis e contaminadas pelo patógeno. As man-

chas causadas por *Colletotrichum* spp. podem, muitas vezes, ocupar boa parte do limbo foliar, além de causar desfolhamento de até 75%, reduzindo de forma significativa a produção dos pomares.

A imagem representada na Figura 3 destaca dois pomares de maçã da região dos Campos de Cima da Serra. O pomar A possui 6,5ha e o pomar B, aproximadamente 5ha. A partir desta imagem percebe-se um ortomosaico em RGB (Red-Green-Blue) formado por imagens obtidas de um voo, com drone,



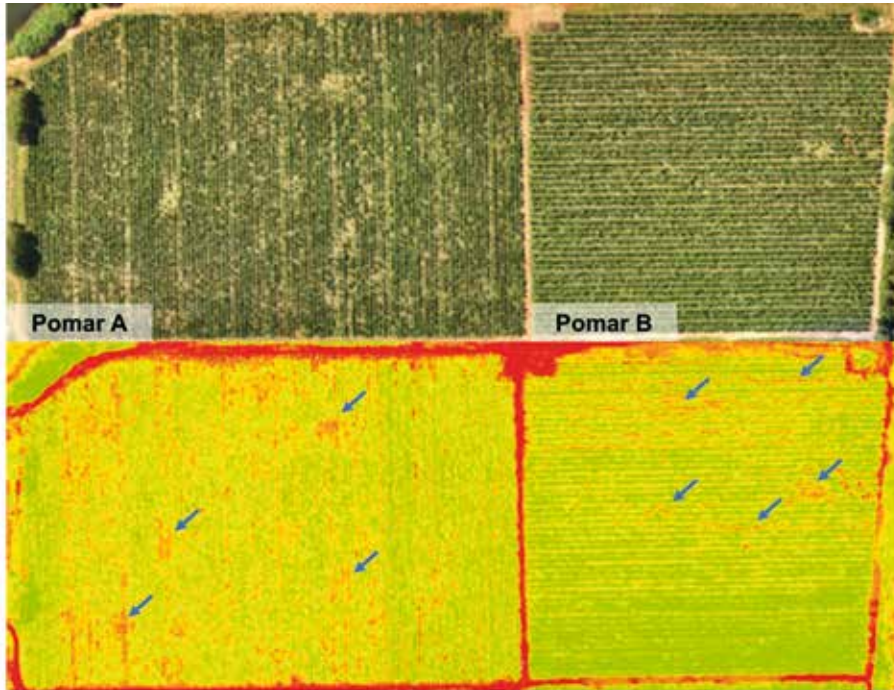


Figura 3 - Ortomosaico em RGB de dois pomares de maçãs (acima) e índice de vegetação Vari (*Visible Atmospherically Resistant Index*) (abaixo) gerado da mesma área



Figura 4 - Parreiral comercial de videiras cultivar Chardon-nay, localizado no município de Muitos Capões (RS)

realizado a 80m de altura, bem como a representação do índice de vegetação Vari.

Observa-se que nas regiões em tons mais quentes, as áreas de solo exposto são representadas por um vermelho intenso, ao passo que as regiões de baixa cobertura vegetal são representadas em amarelo. As cores mais frias, em tons de verde, representam áreas de boa cobertura

vegetal e elevada biomassa.

Na imagem do índice de vegetação dos pomares A e B é possível verificar que existem manchas amarelas e vermelhas em meio ao verde predominante (indicadas pelas setas azuis). São estas as áreas que merecem maior atenção no que diz respeito ao desenvolvimento da mancha foliar de *glomerella*.

Apesar do monitoramento aéreo

com drones não prevenir a entrada da doença nos pomares de maçã, as imagens e os insights gerados dão fortes indícios de como está se comportando a distribuição da doença dentro dos pomares, bem como a eficiência do controle químico no combate à *glomerella* e outras doenças.

Outra doença que preocupa consideravelmente os produtores de maçã da região é o cancro europeu das pomáceas, causado por *Neonecrotria galligena*, patógeno que chegou ao Brasil oficialmente em 2012.

A principal forma de detecção desta doença se dá pelos sintomas exibidos no tronco das macieiras, por isso as imagens obtidas por drones que sobrevoam o dossel na cultura não são eficazes para detectá-la. Sendo assim, pretende-se em um futuro próximo o desenvolvimento de uma plataforma de baixo custo, baseada em rovers equipados com os mesmos sensores embarcados nos drones, que permitam o mapeamento dos pomares a partir do solo.

Na mesma imagem (Figura 3), também se evidenciam os locais onde as plantas de maçã foram arrancadas em função do ataque do cancro europeu, uma vez que a erradicação das plantas contaminadas é a forma mais eficaz de combate à doença.

No caso da viticultura, a detecção de estresses (bióticos ou abióticos) via imagens coletadas por drones, ocorre de modo muito similar aos pomares de maçã. A detecção dos sintomas desempenha um papel importante no manejo de doenças em videira, pois permite monitorar grandes áreas em um curto período de tempo. Neste sentido, voos realizados em parreirais comerciais de uvas finas no município de Muitos Capões, Rio Grande do Sul, permitiram a identificação de míldio em áreas específicas.





O míldio é uma importante doença para a cultura da videira, sendo causado pelo oomiceto *Plasmopara viticola*. Este fitopatógeno afeta, principalmente, folhas e frutos, produzindo inicialmente sintomas conhecidos como mancha óleo (Figuras 5A e 5B), que evoluem para a esporulação (Figura 5C) e manchas necróticas (Figura 5D), que coalescem e tomam conta de toda a folha.

Devido às características dos seus sintomas, o míldio da videira pode ser detectado com certa facilidade através de imagens coletadas por sensores embarcados em drones. Uma vez que provoca modificações significativas na estrutura do dossel (queda de folhas), altera a taxa fotossintética (área afetada pelo patógeno), bem como a taxa transpiratória da planta.

No Brasil, grande parte das uvas finas destinadas à produção de vinho encontra-se na região Sul e é comumente oriunda de cultivares de videira europeia (*Vitis vinifera*). Estas plantas são altamente suscetíveis a *P. viticola*, exigindo o controle do patógeno através de aplicação de fungicidas durante todo o ciclo produtivo da cultura.


Foram realizados voos em dois parreirais de videiras (Figura 6).

- Parreiral A (5ha): cultivar Chardonnay, plantado em 2016.
- Parreiral B (7ha): cultivar Merlot, plantado em 2009.

No momento da coleta das imagens, as plantas estavam no início do desenvolvimento dos cachos de uvas e com as folhas completamente desenvolvidas (Figura 4). Por isso, foi fácil perceber áreas com uma significativa perda de biomassa (desfolha) em ambos os parreirais, ocasionada não só pelo míldio, mas também por outras enfermidades inerentes à cultura.

Este tipo de estudo evidencia

a viabilidade da utilização de imagens coletadas por sensores embarcados em drones na detecção de doenças nos pomares de maçãs e parreirais de uvas finas na região dos Campos de Cima da Serra. Demonstra ainda a possibilidade de exploração desta ferramenta para o mapeamento e o monitoramento

de outras culturas frutíferas importantes para a região, como pêsego, nectarina e ameixa. 

Gerarda Beatriz Pinto da Silva,  
Jéssica Luana de Freitas,  
Jorge Luis Alves de Azevedo,  
Jaiton Rocha e  
Jéssyca Pestana,  
Drones4Agro

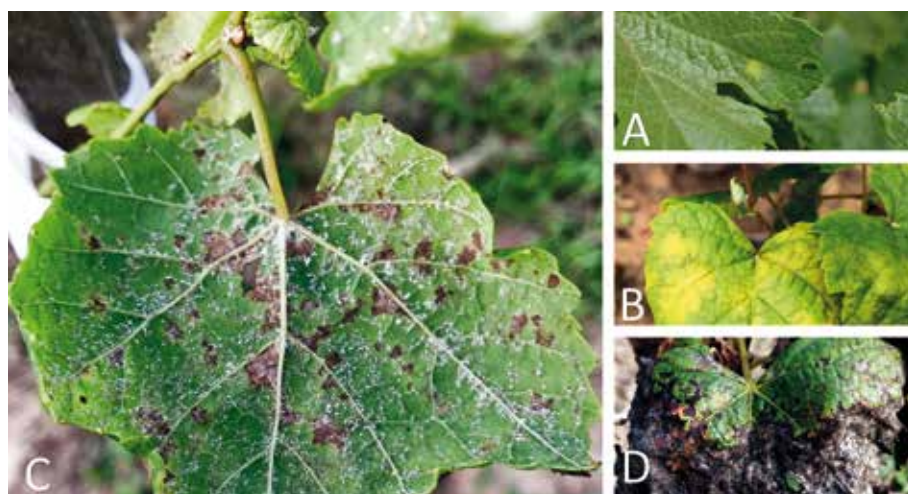


Figura 5 - Evolução dos sintomas causados pelo míldio da videira. A) Início dos sintomas com o desenvolvimento de mancha óleo; B) Avanço dos sintomas com as manchas ocupando boa parte do limbo foliar; C) Na superfície inferior da folha é possível verificar a presença das estruturas propagativas do oomiceto *Plasmopara viticola* e; D) Folha em estágio de deterioração avançado devido à infecção pelo patógeno, com áreas em necrose

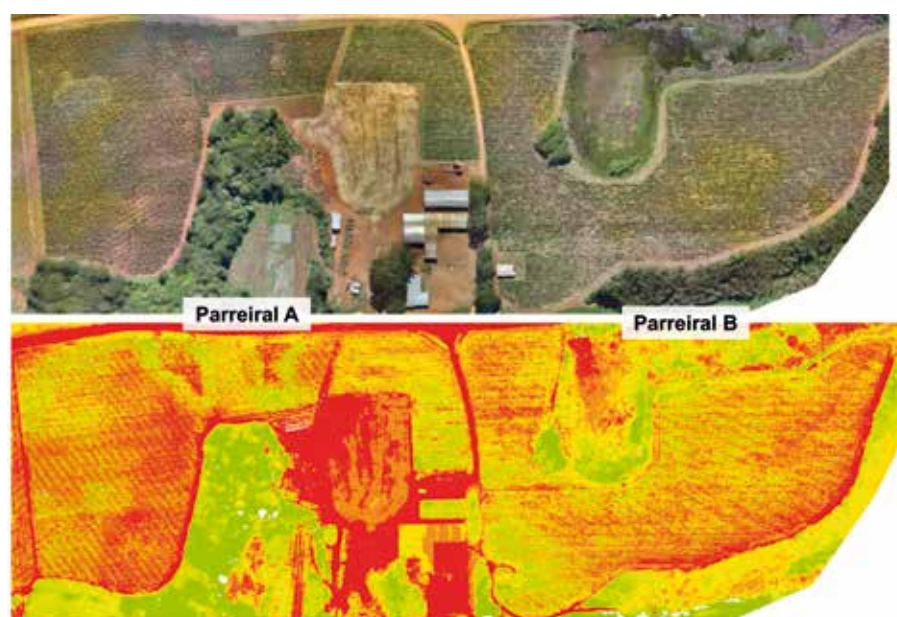


Figura 6 - Ortomosaico em RGB de dois parreirais de videira (acima) e índice de vegetação Vari (*Visible Atmospherically Resistant Index*) (abaixo) gerado da mesma área