



# Deteção remota para monitorização de pastagens

- **AUTORES:** Pilar Fernández Rebollo.
- **DESCRIÇÃO:** A deteção remota de pastagens consiste em obter informações sobre o estado e a condição das pastagens sem entrar fisicamente em contacto com elas. Este procedimento implica a recolha de dados com sensores (câmaras, scanners, radiómetros, etc.) montados em plataformas (tractores, veículos aéreos não tripulados (UAV), aviões e satélites). Estes dados são registados num suporte adequado e processados com a ajuda de algoritmos matemáticos para os traduzir em informação relevante para a gestão das pastagens. O método tem tido uma aceitação limitada e os benefícios para o agricultor médio não foram claramente demonstrados, embora possa ter uma utilidade considerável em grandes explorações e propriedades.
- **JUSTIFICAÇÃO:** Os sistemas de apoio à decisão para a gestão das pastagens requerem informação espaço-temporal sobre o desenvolvimento e o estado do prado. Os levantamentos destrutivos são trabalhosos, dispendiosos e não fornecem uma cobertura espacial e temporal adequada. A deteção remota ultrapassa estas limitações e tem sido amplamente aplicada à monitorização da vegetação, sendo uma ferramenta útil para melhorar a informação sobre a gestão das pastagens.
- **MECANISMO DE AÇÃO:** A informação sobre as características dos prados pode ser obtida a partir de dados de deteção remota espectrais e não espectrais. Os primeiros baseiam-se nas propriedades específicas e distintas de absorção e reflexão espectral das copas das pastagens, enquanto os segundos fornecem principalmente informações sobre a altura e a estrutura das copas.

A radiação electromagnética incidente numa pastagem pode ser parcialmente absorvida, transmitida ou reflectida. Os prados também emitem naturalmente radiação. A intensidade e os comprimentos de onda desta radiação reflectida ou emitida são uma função das características dos prados e estes dados espectrais podem ser registados com a ajuda de sensores. Existe uma grande variedade de sensores que registam a radiação electromagnética reflectida ou emitida com diferentes resoluções espectrais e radiométricas. A resolução espectral descreve a capacidade de um sensor para definir bandas estreitas de comprimento de onda, enquanto a resolução radiométrica se refere à capacidade de discriminar diferenças muito ligeiras de energia. Os sensores multiespectrais registam a radiação num pequeno número de bandas (por exemplo, o Sentinel-2 da missão Copernicus tem 13 bandas espectrais) e os sensores hiperespectrais fornecem bandas muito estreitas quase contínuas (por exemplo, o Hyperion fornece 220 bandas). Os sensores podem ser colocados em locais fixos na exploração agrícola (por exemplo, câmaras digitais, fenocams) ou, mais frequentemente, montados numa plataforma móvel: desde veículos terrestres ou operadores humanos a UAV e satélites.



# Deteção remota para monitorização de pastagens

- MECANISMO DE AÇÃO(cont.):

A utilidade e a aplicação da deteção remota espectral ao nível da exploração agrícola dependem também da resolução espaço-temporal dos dados espectrais. Por um lado, alguns aspectos da gestão das pastagens exigem uma resolução espacial inferior a 10 m para captar a heterogeneidade espacial dos campos de pastagem. Alguns sensores de satélite têm esta resolução espacial. Por exemplo, o Sentinel-2 fornece quatro bandas a 10 m, seis bandas a 20 m e três bandas a 60 m de resolução espacial. Outros sensores comerciais montados em satélites, como o Planet ou o Maxar, fornecem dados espectrais com uma resolução espacial mais elevada (<5 m). As resoluções espaciais dos sensores aéreos ou baseados em UAV são muito mais elevadas e variam entre centímetros e metros. Por outro lado, os prados mudam ao longo do tempo, pelo que são necessárias medições regulares para apoiar as decisões de gestão dos prados. Por exemplo, o Sentinel-2 fornece dados disponíveis gratuitamente em todo o mundo com um tempo de revisão de 5 dias.

Normalmente, para examinar os dados multiespectrais, são calculados índices de vegetação (uma combinação de algumas bandas, por exemplo, Índice de Vegetação à Distância Normalizado - NDVI) e depois relacionados com características específicas dos prados por regressão ou utilizando abordagens de modelização empíricas ou mecanicistas. No entanto, ao trabalhar com dados hiperespectrais, o objetivo é utilizar todo o espectro em vez de bandas específicas. Técnicas como a aprendizagem automática e profunda são especialmente úteis para avaliar dados hiperespectrais.

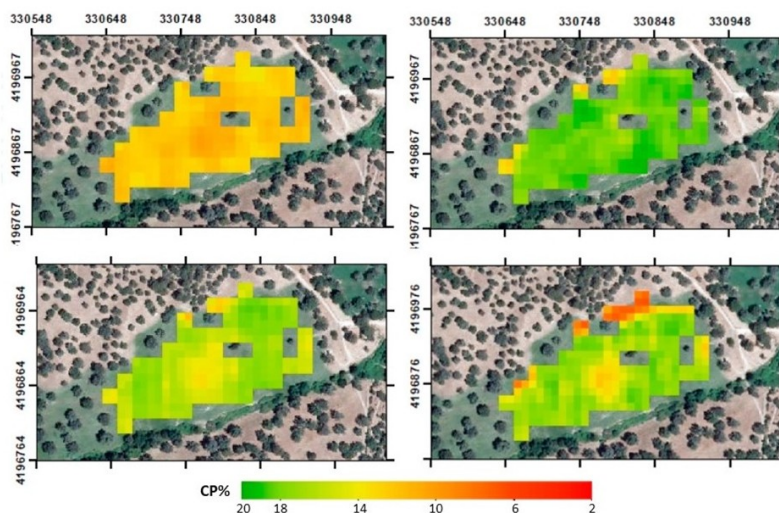


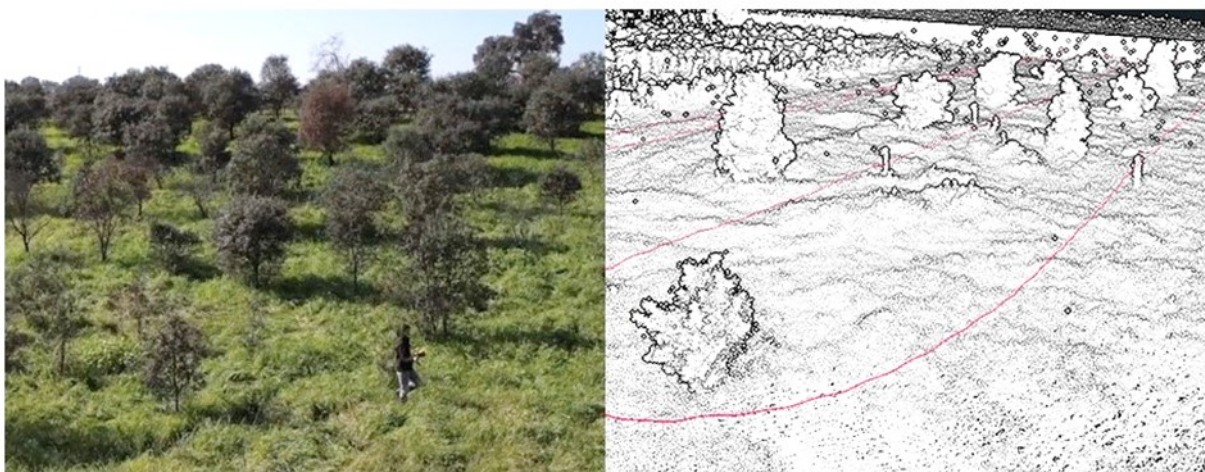
Fig.1: Previsões espaciais de proteína bruta (PB) para quatro datas diferentes num campo de pastagem irrigada. Previsões feitas usando um modelo de mínimos quadrados parciais (PLS) ajustado com dados espectrais de campo e imagens Sentinel-2 para previsão. A imagem de fundo é uma ortofotografia aérea com uma resolução de 0,5 m de julho de 2016. Fonte: Fernandez-Habas et al.(2021) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148101>.

# Deteção remota para monitorização de pastagens

- **MECANISMO DE AÇÃO (cont.):**

Os dispositivos de varrimento LiDAR (Light detection and ranging) representam a tecnologia mais inovadora para a aquisição de dados não espectrais. Estes dispositivos emitem impulsos laser de alta frequência (método de deteção remota ativa) e registam os impulsos reflectidos para representar com precisão a topografia da superfície da pastagem digitalizada. O resultado é uma nuvem de pontos 3D que pode ser utilizada para estimar a altura do relvado. A maioria dos sistemas LiDAR pode registar vários retornos de um único impulso laser quando este atinge um objeto com várias camadas, fornecendo informações sobre toda a estrutura vertical do prado. O LiDAR pode ser montado num UAV ou operado a partir do solo (TLS, Terrestrial Laser Scanners, ou o novo sistema portátil de localização e mapeamento simultâneos SLAM). O radar (SAR) é outro método ativo de deteção remota que também está disponível a partir de satélites. O sensor envia um sinal de micro-ondas (rádio) na direção do alvo e capta a componente retrodifundida do sinal. O tempo de atraso entre os sinais enviados e reflectidos estabelece a distância ao alvo, e a força do sinal retrodifundido é medida para distinguir entre vários alvos. A vantagem do SAR é o facto de poder recolher dados praticamente em permanência, independentemente das condições meteorológicas.

Os dados espectrais e não espectrais têm sido utilizados para estimar as propriedades das pastagens, tais como: taxa de crescimento da erva, índice de área foliar (LAI), espécies de ervas daninhas indesejadas, eventos de corte, estágio fenológico, tipo de pastagens, gradientes florísticos, diversidade de plantas e teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A altura do relvado derivada do TLS e do UAV-LiDAR tem sido utilizada com êxito para estimar a biomassa em pé e o SAR tem sido utilizado para avaliar a heterogeneidade espacial do coberto vegetal. A melhor forma de desenvolver estimadores fiáveis dos atributos das pastagens é combinar técnicas de análise de dados espectrais e não espectrais, que têm um melhor desempenho em escalas multitemporais.



*Fig.2: Operador a digitalizar um prado com um scanner laser terrestre TLS (à esquerda) e uma nuvem de pontos 3D gerada (à direita). A nuvem de pontos 3D é utilizada para gerar um Modelo de Superfície de Pastagem (GSM). O software GIS (Sistema de Informação Geográfica) pode ser utilizado para subtrair o Modelo Digital do Terreno (DTM) de um GSM, resultando em dados sobre a altura das plantas, que podem ser utilizados para estimar a biomassa em pé.*



# Deteção remota para monitorização de pastagens



## Potencial da aplicação da opção de gestão

A recolha e o processamento de dados de deteção remota requerem conhecimentos e recursos informáticos consideráveis, tornando necessário que a maioria dos agricultores que utilizam esta tecnologia tenham apoio profissional. Na última década, registou-se um aumento da investigação sobre a utilização da teledeteção para compreender a dinâmica das pastagens, juntamente com o aparecimento de serviços gratuitos e comerciais que utilizam esta tecnologia para a monitorização das pastagens. Os serviços comerciais de monitorização de pastagens que utilizam a deteção remota estão a desenvolver-se e, embora em número limitado, existe um mercado para estes serviços, que está em expansão. No entanto, apesar do seu grande potencial, há ainda poucas provas conclusivas sobre os benefícios para os agricultores da utilização da teledeteção das pastagens, em termos de aumento dos rendimentos ou de redução dos custos dos factores de produção. A teledeteção de pastagens pode ser utilizada em todos os sistemas agrícolas baseados em pastagens e pode ser implementada em qualquer região biogeográfica. No entanto, atualmente, é provavelmente mais aplicável em grandes explorações e propriedades que desejam monitorizar o crescimento e a qualidade da erva em grandes áreas.



## Apoio

Não são necessários incentivos para que os agricultores utilizem serviços baseados nesta tecnologia. A opção tem o potencial de aumentar os conhecimentos dos agricultores sobre os atributos das pastagens, de modo a otimizar a sua utilização e gestão. A tecnologia será adoptada pelos agricultores se for possível demonstrar que aumenta a produtividade da exploração, reduz os custos de produção ou poupa tempo.



# Deteção remota para monitorização de pastagens



## Considerações práticas

A deteção remota baseada em imagens de satélite com baixa resolução espacial (de centenas de metros a metros) pode ter uma utilização limitada em prados com uma cobertura densa de árvores ou arbustos, uma vez que os pixels de prados puros serão escassos. Uma situação semelhante pode ocorrer em explorações agrícolas de pequena dimensão ou com pequenos campos, onde um pixel de imagem pode conter mais do que um único campo. Nesta situação, a utilização de imagens de drones com maior resolução espacial (de dezenas de centímetros a centímetros) é uma alternativa.

Os serviços comerciais são mais baratos quando se utilizam imagens gratuitas de satélites e podem ser mais caros quando se utilizam imagens de satélites comerciais ou de sensores montados em aeronaves. O custo do serviço para os drones é intermédio (inferior ao dos satélites comerciais). As nuvens limitam a recolha de dados espectrais. Os voos dos drones podem ser dificultados pelo vento. A exatidão das previsões e a generalização dos modelos ainda têm de ser melhoradas. A maioria dos serviços não foi totalmente testada na heterogeneidade dos prados europeus, pelo que as soluções desenvolvidas para uma zona podem não dar bons resultados noutra, sendo necessário mais trabalho.



## Exemplo de serviços

Alguns serviços gratuitos e comerciais que utilizam a teledeteção para a monitorização das pastagens são enumerados a seguir.

O CropSAT é uma ferramenta que permite visualizar mapas da biomassa a partir de dados do Sentinel 2 (com base no NDVI). Os mapas de diferentes datas podem ser utilizados para avaliar o desenvolvimento das culturas durante a estação e para controlar a aplicação de N. É um serviço gratuito.

<https://cropsat.com/>

Pasture.io é um sistema de apoio à decisão para a gestão de prados e pastagens. Utiliza satélites comerciais, inteligência artificial, registos agrícolas e dados meteorológicos locais para dar recomendações de pastoreio várias vezes por semana. O serviço é pago.

<https://Pasture.io>

Pasture From Space estima a oferta de alimentos verdes (FOO) e as taxas de crescimento das pastagens (PGRs) na Austrália Ocidental. Os dados do MODIS permitem o cálculo do índice de vegetação de diferença normalizada para estimar a FOO. O PGR utiliza informações meteorológicas para determinar os índices de crescimento das plantas de humidade e temperatura do solo, que indicam o potencial de crescimento. A última entrada para o PGR é a radiação solar. Trata-se de um serviço gratuito.

<https://pasturesfromspace.dpird.wa.gov.au/#/map>

