

## 7. Casos-de-estudo e boas práticas Culturas Permanentes

7.1. Introdução

7.2. Estudo de caso: Viticultura Digital

7.2.1. Deteção Remota e Proximal em Viticultura

7.2.2. Tecnologia de Taxa Variável (VRT) aplicada à Viticultura;

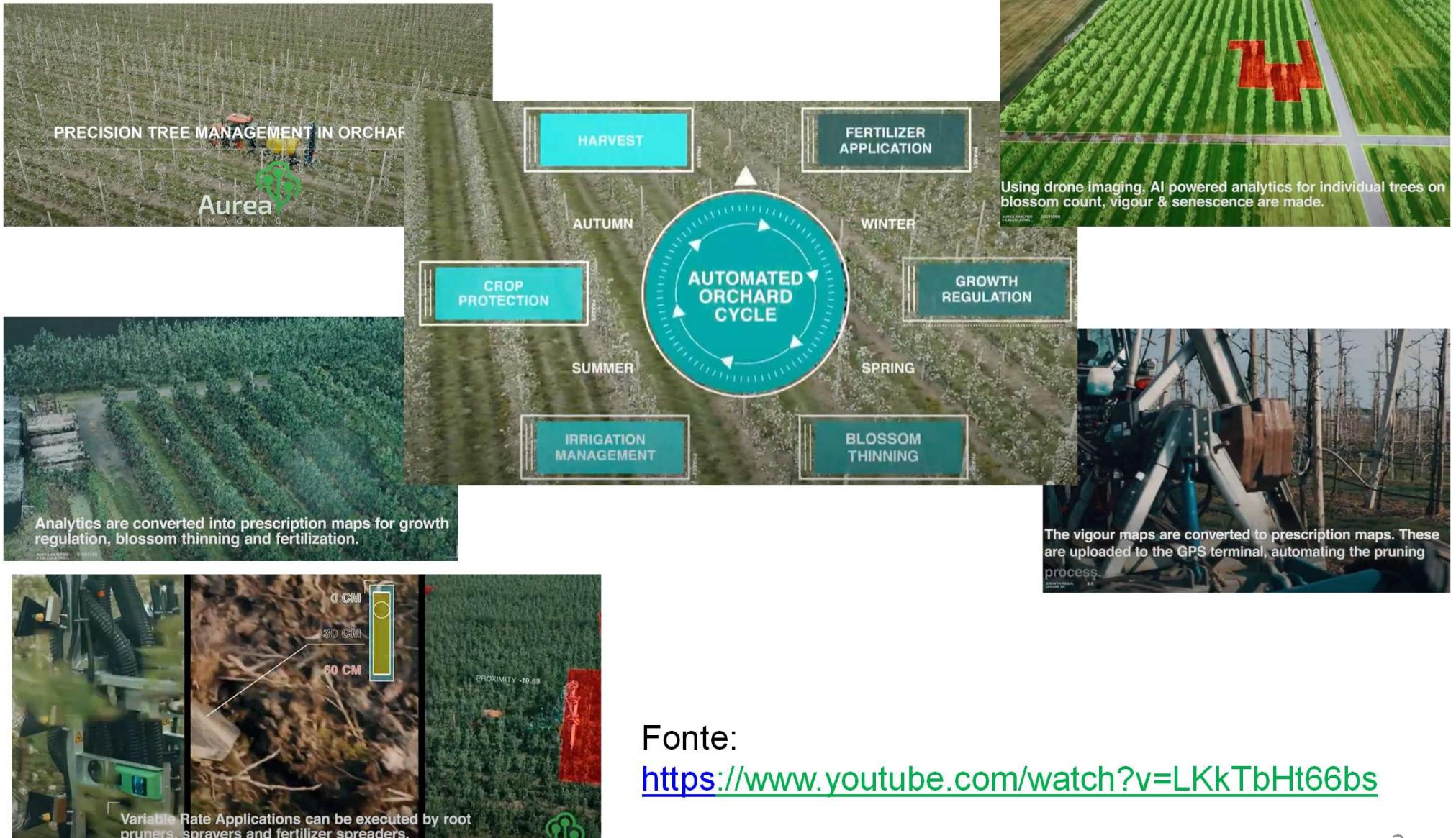
7.2.3. Redes de sensores e Internet das coisas (IoT) como ajuda à tomada de decisão em Viticultura

7.2.4. Exemplos de uso de robôs em Viticultura

## 7. Casos-de-estudo e boas práticas culturas permanentes

## 7.1. Introdução

As tecnologias de agricultura digital aplicadas na gestão das culturas permanentes são transversais à maioria das culturas.



Fonte:

<https://www.youtube.com/watch?v=LKkTbHt66bs>

# Ex. precision orchards management

fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=y\\_6XXHunJUI](https://www.youtube.com/watch?v=y_6XXHunJUI)

## Precision Fruit Farming

Monitoring every phase of the growth season



# Ex. precision orchards management

(fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=bGrmXV2H87Y>)

## The Outfield System



GROWERS  
GATHER  
DATA



CLOUD BASED  
MACHINE  
LEARNING



FRUIT MAPS,  
COUNTS AND TREE  
CENSUS

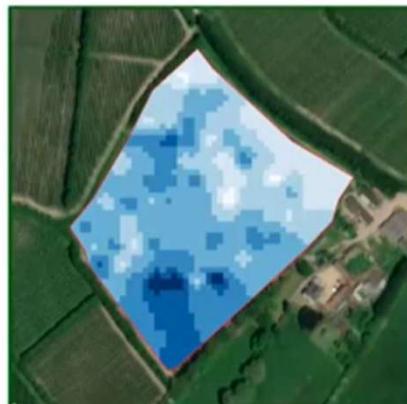


MORE PRECISION,  
IMPROVED  
DECISIONS

## Outfield Insights



Blossom Variability



Fruit Variability



Yield Estimates

# Ex. precision orchards management

(fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=1FXXucUgag4>)



## Our Capabilities – Counting Buds

Get data for the number of buds on every tree, from the very start of the season, to show you the variability in each block and help with pruning.



## Our Capabilities – Counting Blossoms

Get precise counts for the number of flower clusters on every tree, to show blossom variability and help with thinning to exact targets.



## Our Capabilities – Counting & Sizing Fruit

We count & size every visible fruit on the tree, from fruitlet to harvest.



**Scan whenever, wherever, and however many times you want.**

**A single camera can gather data for millions of fruit every day.**

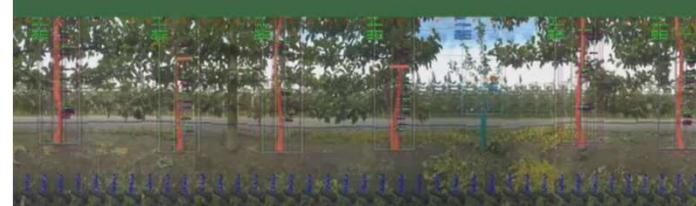


Learn more: [orchard-robotics.com](http://orchard-robotics.com)  
[charlie@orchard-robotics.com](mailto:charlie@orchard-robotics.com) | (509) 239-1598

## Our Capabilities – Tree Data

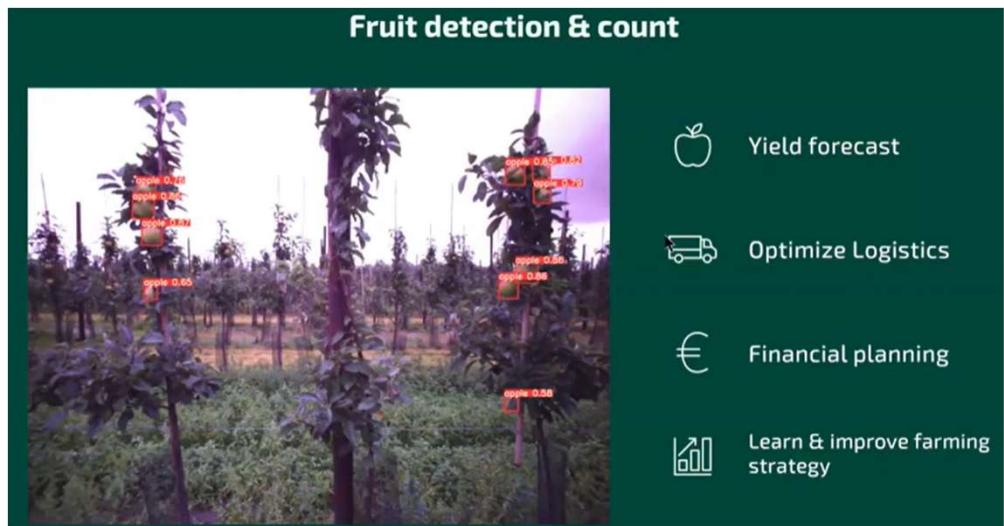
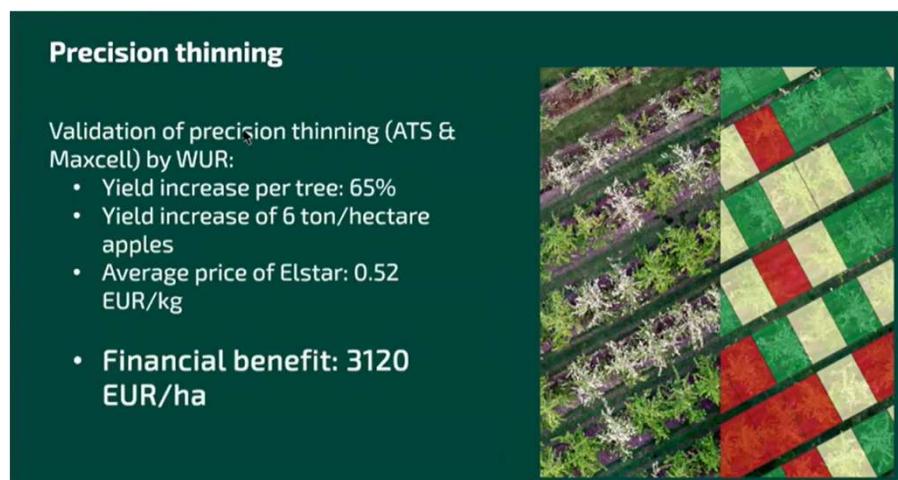
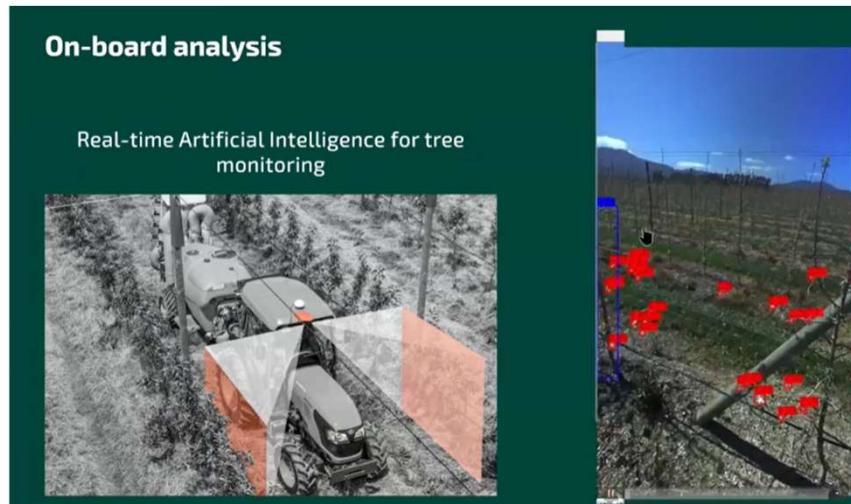
Counting, geolocating, and sizing tree trunks

Skips poles, trellis posts, etc.



# Ex. precision orchards management

(fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=y\\_6XXHunJUI](https://www.youtube.com/watch?v=y_6XXHunJUI))



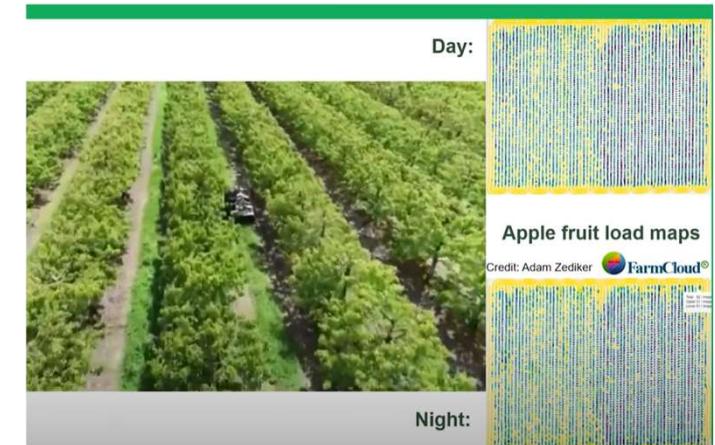
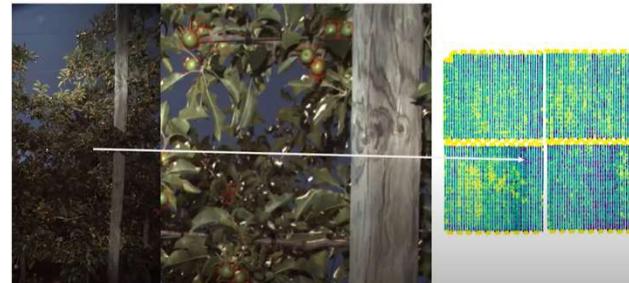
# Ex. precision orchards management

fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Wx EGL7SjMv8>

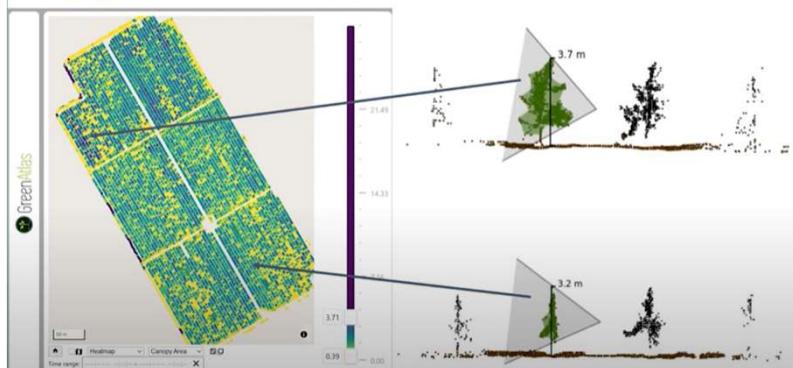
## Apples: Flower clusters from bud to bloom



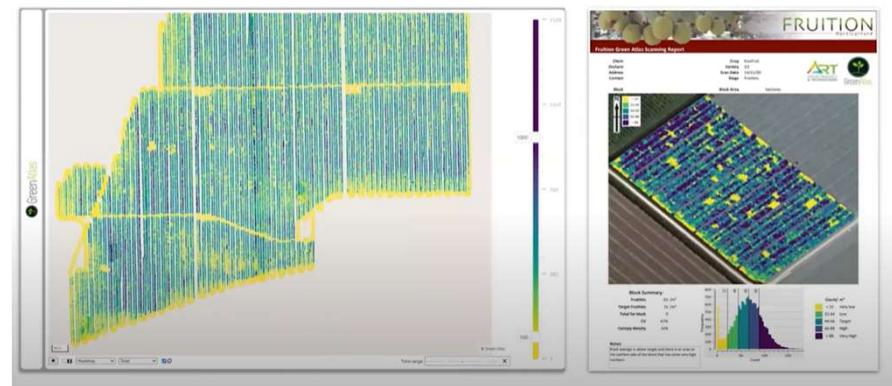
## Apples: Fruitlets to fruit



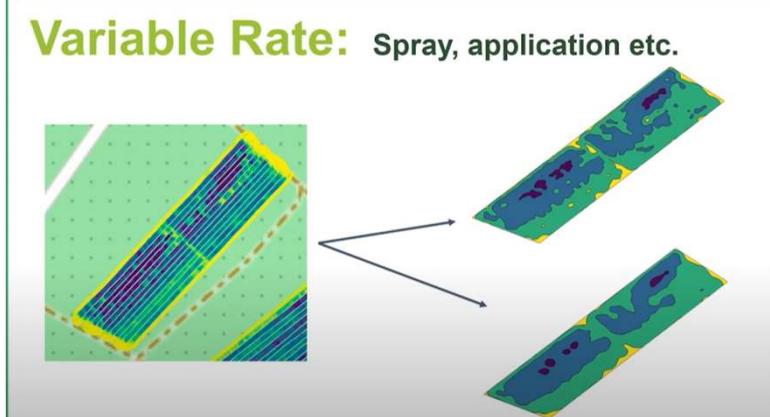
## Apples: Canopy geometry



## Reports: Calibrated yield forecasts



## Variable Rate: Spray, application etc.

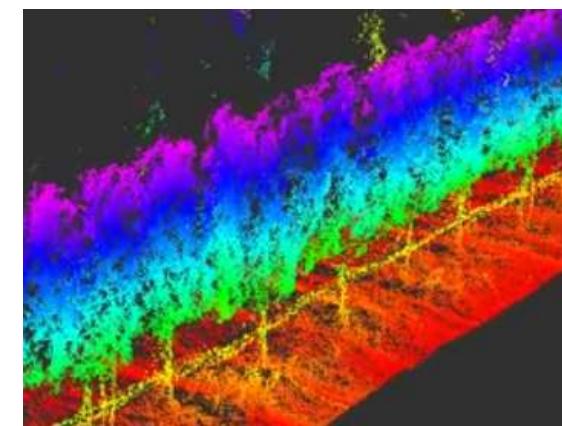


# Precision Orchards management

- Videos
- <https://www.youtube.com/watch?v=XvkrnUTMCoY>
- <https://www.youtube.com/watch?v=G3hJ3egLfHU>
- [https://www.youtube.com/watch?v=y\\_6XXHunJUI](https://www.youtube.com/watch?v=y_6XXHunJUI)
- <https://www.youtube.com/watch?v=WxEGL7SjMv8>



## 7.2. ESTUDO DE CASO - VITICULTURA



# VITICULTURA DIGITAL

A cultura da vinha foi uma das culturas pioneiras na utilização de tecnologias digitais e de precisão.

A OIV (Organização Internacional da Vinha e do Vinho; <https://www.oiv.int/>) tem dedicado muita atenção a esta temática:  
ex. doc. *Digital trends applied to the vine and wine sector*



# Ex. O.I.V. Strategic Plan 2020-2024

01. Digital Transformation Plan

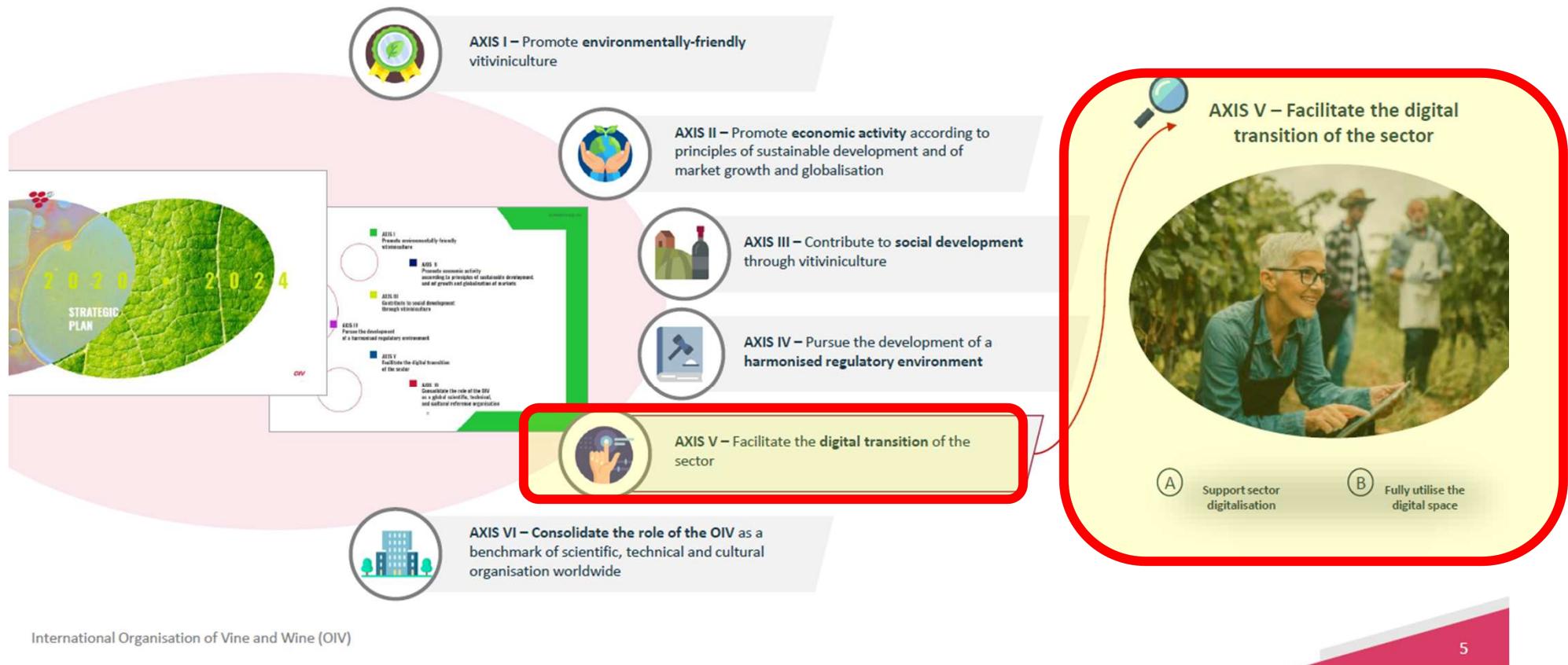
Digital Transformation Plan

DT Observatory Hub - Report

Looking Ahead



In the Strategic Plan 2020-2024, the OIV has established as one of its key axis: "Facilitation of the digital transition of the sector"



# O.I.V. Digitalisation of the vine and wine sector

02. Digital Transformation Observatory Hub

Digital Transformation Plan

DT Observatory Hub - Report

Looking Ahead



A comprehensive study on the digitalisation of the vine and wine sector has been developed based on a Member States' Survey and on Experts' Interviews



# O.I.V. Digitalisation of the vine and wine sector

## SMART VINEYARDS

Smart vineyards is an agronomic concept that defines the management of agricultural plots based on observation, measurement and action under situations of environmental variability

### Technologies:



Navigation Satellite Systems (GNSS)



Drones



Sensors



Satellite Imagery

### Benefits:



Aid informed decision marking



Establish early warning / detection systems



Provide suitable tools for climate change readiness



Improve sustainable and profitable crop production

# Viticultura Digital (VD) vs Viticultura de Precisão (VP)

## Conceitos complementares: A VD integra a VP

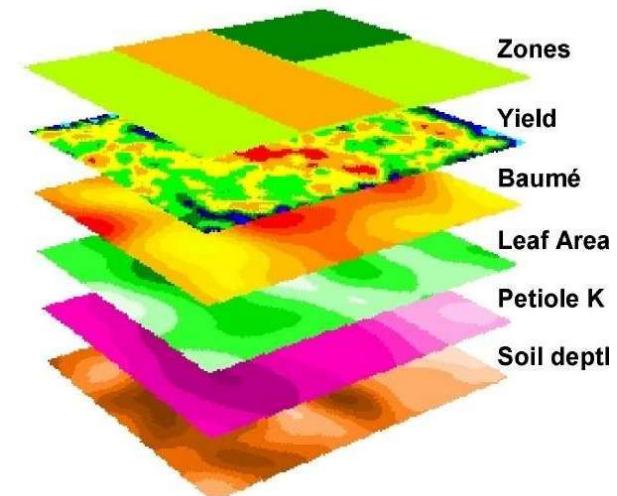
	Viticultura de Precisão	Viticultura Digital
<b>Âmbito e foco</b>	compreender e gerir a variabilidade espacial e temporal da vinha, a fim de melhorar a produção e qualidade, optimizando a utilização de recursos	Abordagem + ampla q a VP englobando toda a cadeia de produção. Integra as múltiplas tecnologias digitais de monitorização e gestão da vinha.
<b>Objetivo e Tomada de Decisão</b>	Melhorar a gestão e tomada de decisão sobre zonas específicas da vinha.	Obter uma rede automatizada, integrada e inteligente de informação em tempo real de forma a otimizar a gestão da vinha de forma integrada.
<b>Tecnologias Envolvidas</b>	GPS, deteção remota e proximal, sensores para medir e mapear variabilidade espacial, VRT, etc.	Para além de todas as tecnologias da VP, envolve tecnologias digitais avançadas, como IoT, Big Data, IA e análise de dados em nuvem.
<b>Escala</b>	+ localizada – focada na variabilidade espacial: zonas específicas e práticas ajustadas a cada zona.	+ abrangente com conectividade entre todas as etapas do processo produtivo. Uso de plataformas digitais q permitem centralizar informação e fazer ajustes automáticos
<b>Nível de Automação</b>	+ limitado.	+ automação: permite tomar decisões autónomas em tempo real, ajustando automaticamente os diversos parâmetros e variáveis envolvidas.

# Conceito de Viticultura de Precisão (VP)

**Viticultura de Precisão:** gestão espacial e temporal da vinha de forma mais precisa e eficiente através da utilização de diversas tecnologias e abordagens baseadas em dados obtidos por deteção remota e proximal, sensorização, entre outras tecnologias.

Objetivos: compreender e gerir a variabilidade da vinha, a fim de melhorar a produção e qualidade, minimizando a utilização de recursos e, consequentemente, promover a sustentabilidade ambiental e económica.

**Ex. aplicações:** rega, fertilização, proteção da vinha, intervenções em verde, estimativa e mapeamento da produção e da composição da uva, vindima segmentada, mapeamento do vigor, etc.

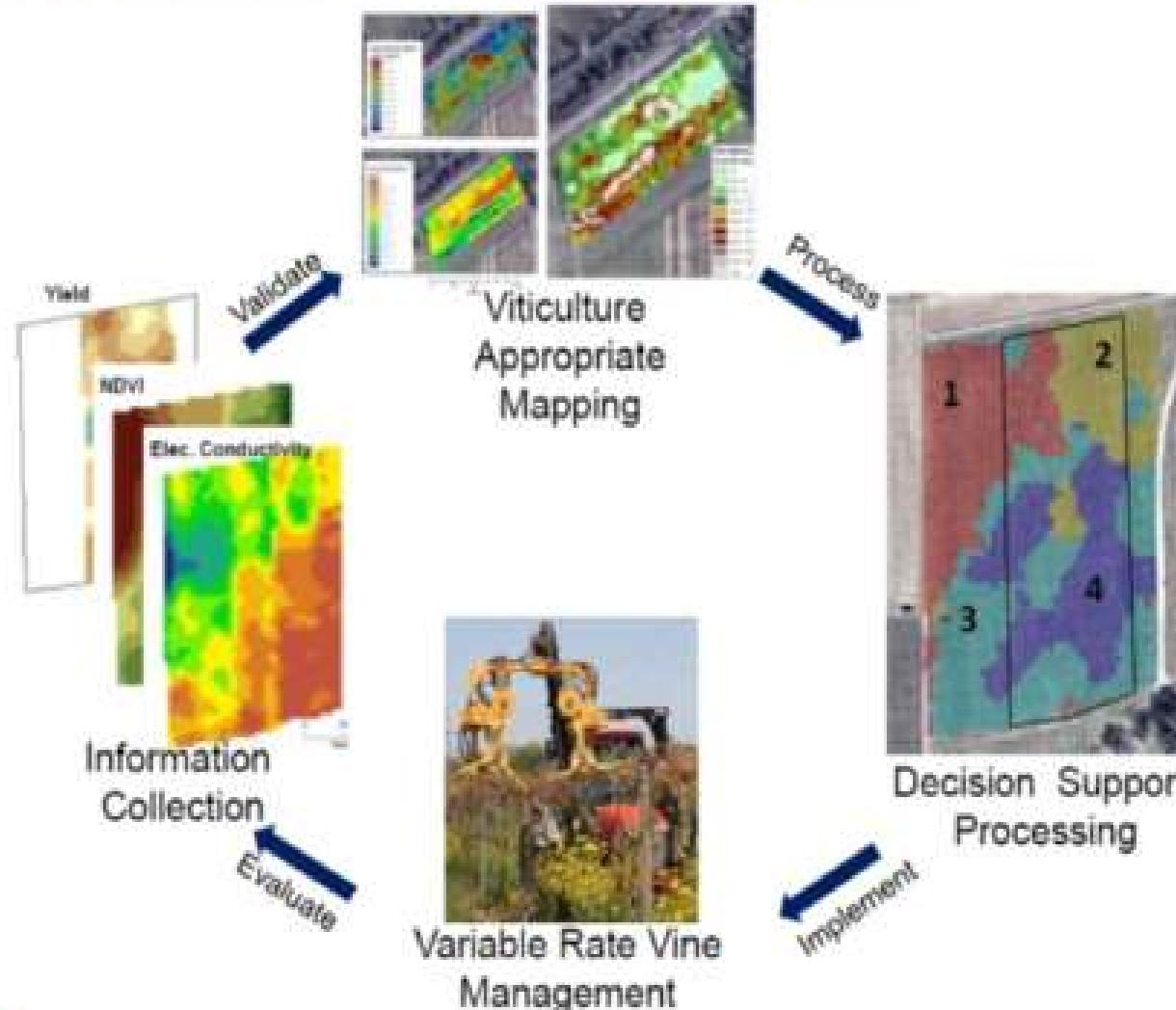


# Exemplo de questões que podem ser respondidas através do uso da VP

- ✓ quais as videiras que precisam de mais água ou fertilizante?
- ✓ A carga à poda (nº olhos a deixar na poda de Inverno) colheita deve ser idêntica em toda a vinha?
- ✓ Em que situações se pode usar enrelvamento?
- ✓ Onde preciso de fazer uma desfolha ou monda de cachos?
- ✓ A maturação ocorre ao mesmo ritmo em toda a vinha?
- ✓ A amostragem de uva para avaliação da maturação deve ser feita de forma aleatória em toda a vinha?
- ✓ de onde provêm as melhores uvas?
- ✓ outras

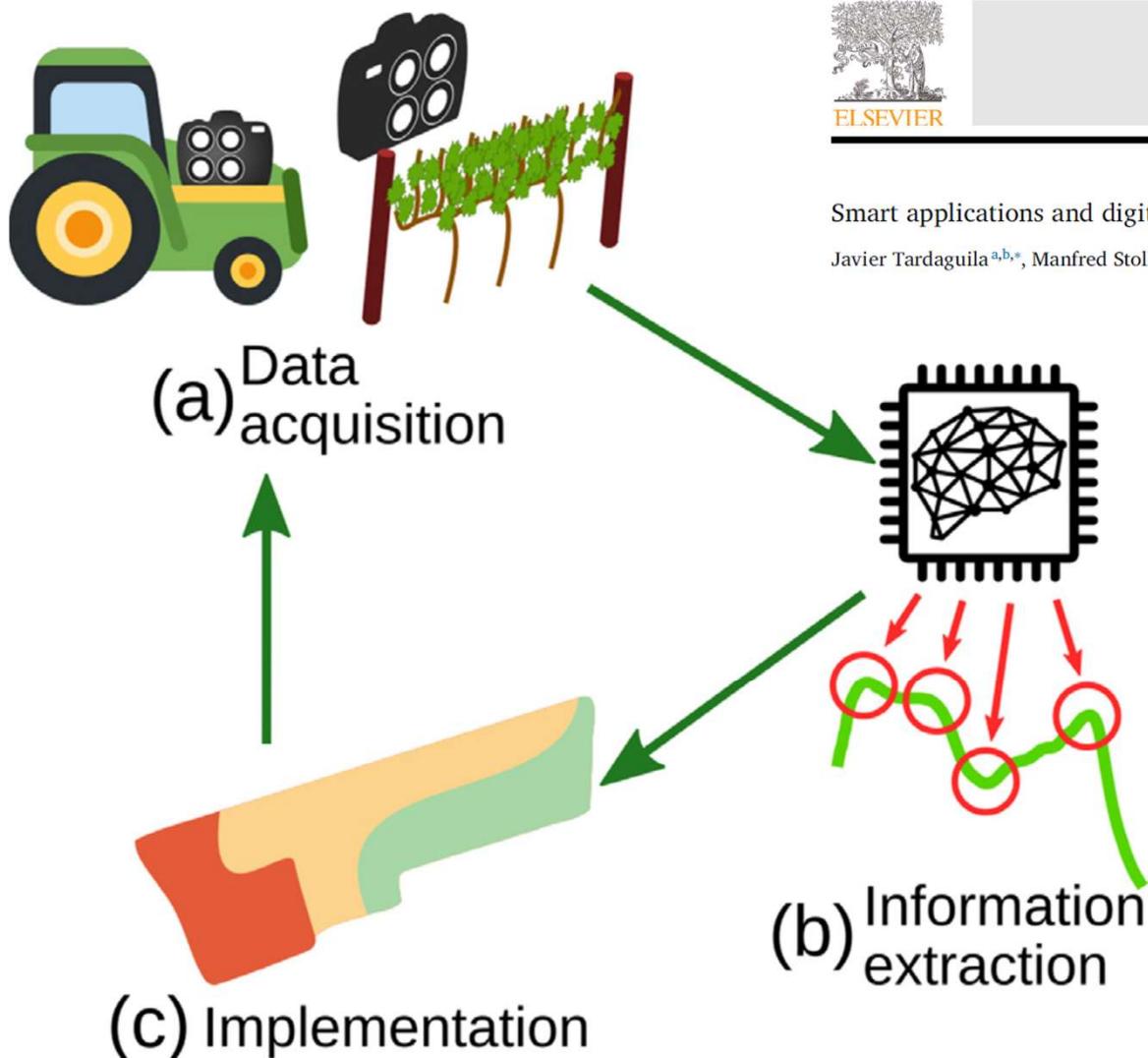
# GESTÃO DE PRECISÃO DA VINHA: o processo cíclico

## Viticulture Appropriate Precision Management



# O processo cíclico de três etapas na adoção da VP

(fonte: Tardaguila et al. 2021)



Smart Agricultural Technology 1 (2021) 100005



Contents lists available at ScienceDirect

Smart Agricultural Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/atech](http://www.elsevier.com/locate/atech)



Smart applications and digital technologies in viticulture: A review

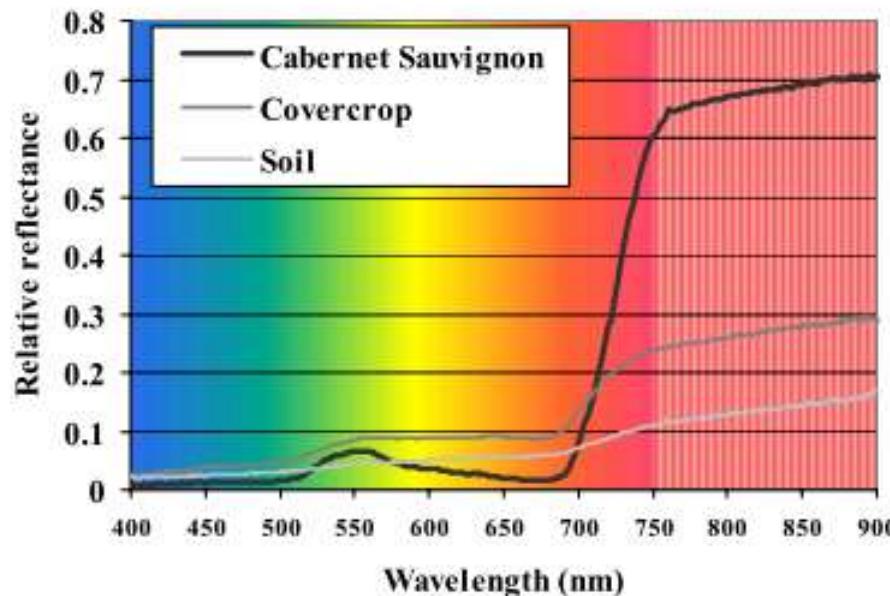
Javier Tardaguila <sup>a,b,\*</sup>, Manfred Stoll <sup>c</sup>, Salvador Gutiérrez <sup>d</sup>, Tony Proffitt <sup>e</sup>, María P. Diago <sup>a,b</sup>



## 7.2.1. Deteção Remota em Viticultura

Em Viticultura, a deteção remota pode ser usada para captar informação sobre a humidade do solo, a sanidade da videira, características do coberto de vinha (vigor, dimensões e densidade da sebe), composição da uva, produção, estado hídrico, entre outros parâmetros vitícolas.

Ex. de um sensor (fotografia aérea digital) que deteta e regista a luz refletida de alvos terrestres (videiras, enrelvamento e solo). A quantidade de luz refletida no alvo corresponde à sua assinatura espectral.



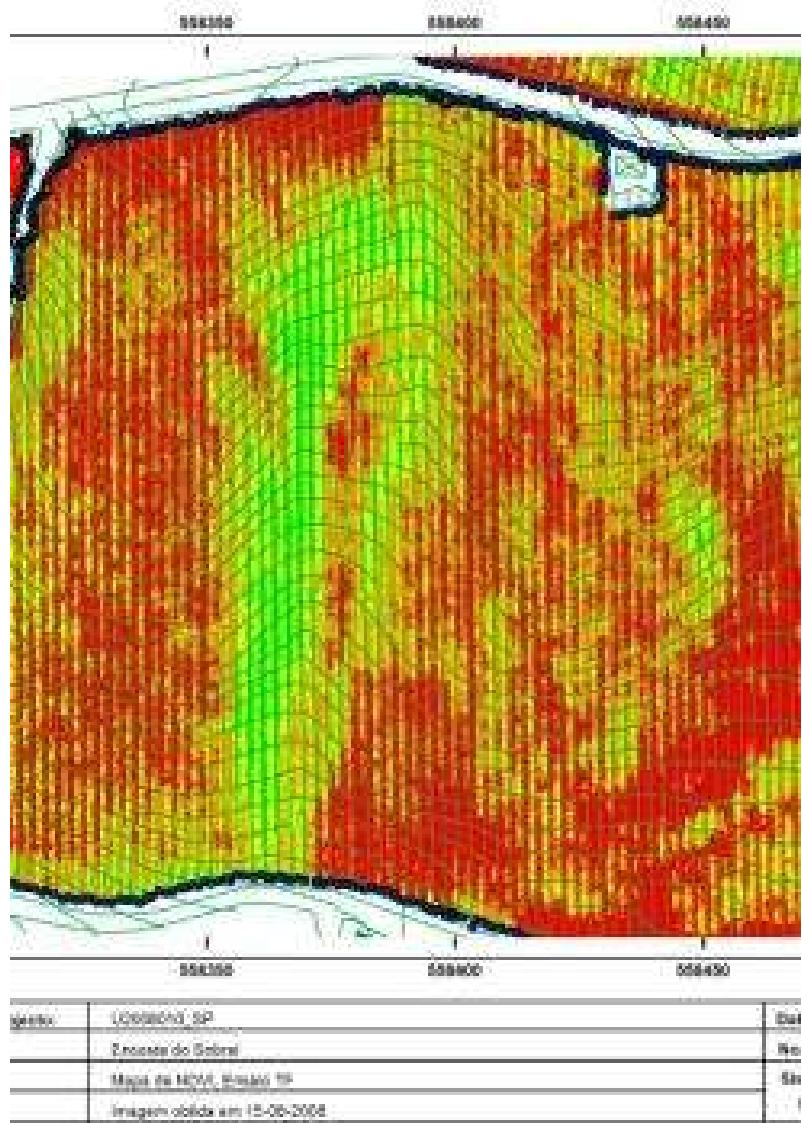
Fonte: Proffitt et al.(2006)

# Ex. deteção remota para mapeamento do vigor com base em índices de vegetação (NDVI ao pintor)



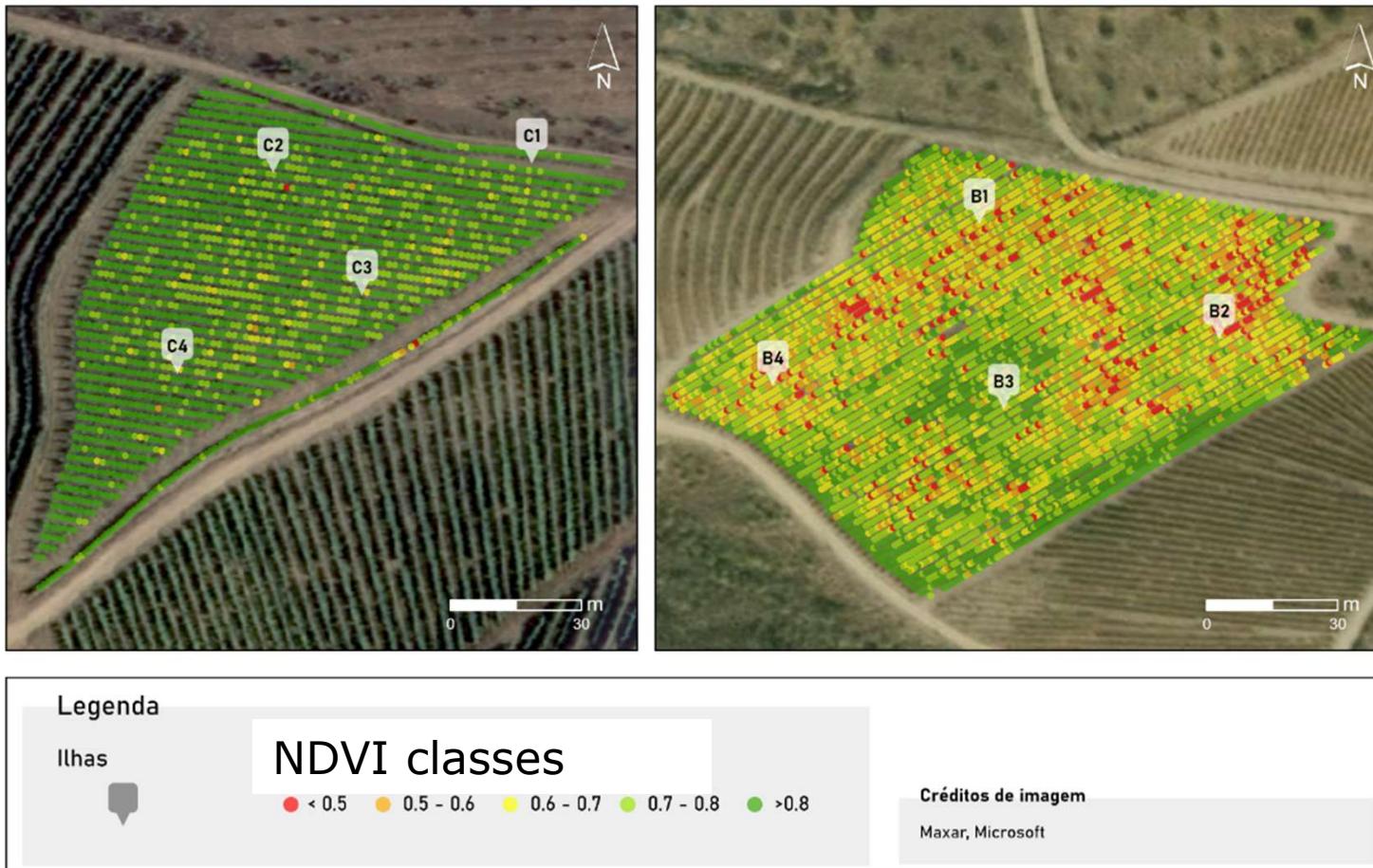
Vista da parcela de vinha cv. Touriga Franca

fonte: Sereno (2010). Dissertação Mestrado, ISA



Mapa **NDVI** =  $(\text{NIR-Red}) / (\text{NIR+Red})$

# Ex. deteção remota para mapeamento do vigor (NDVI ao pintor, Douro Superior, 2021)



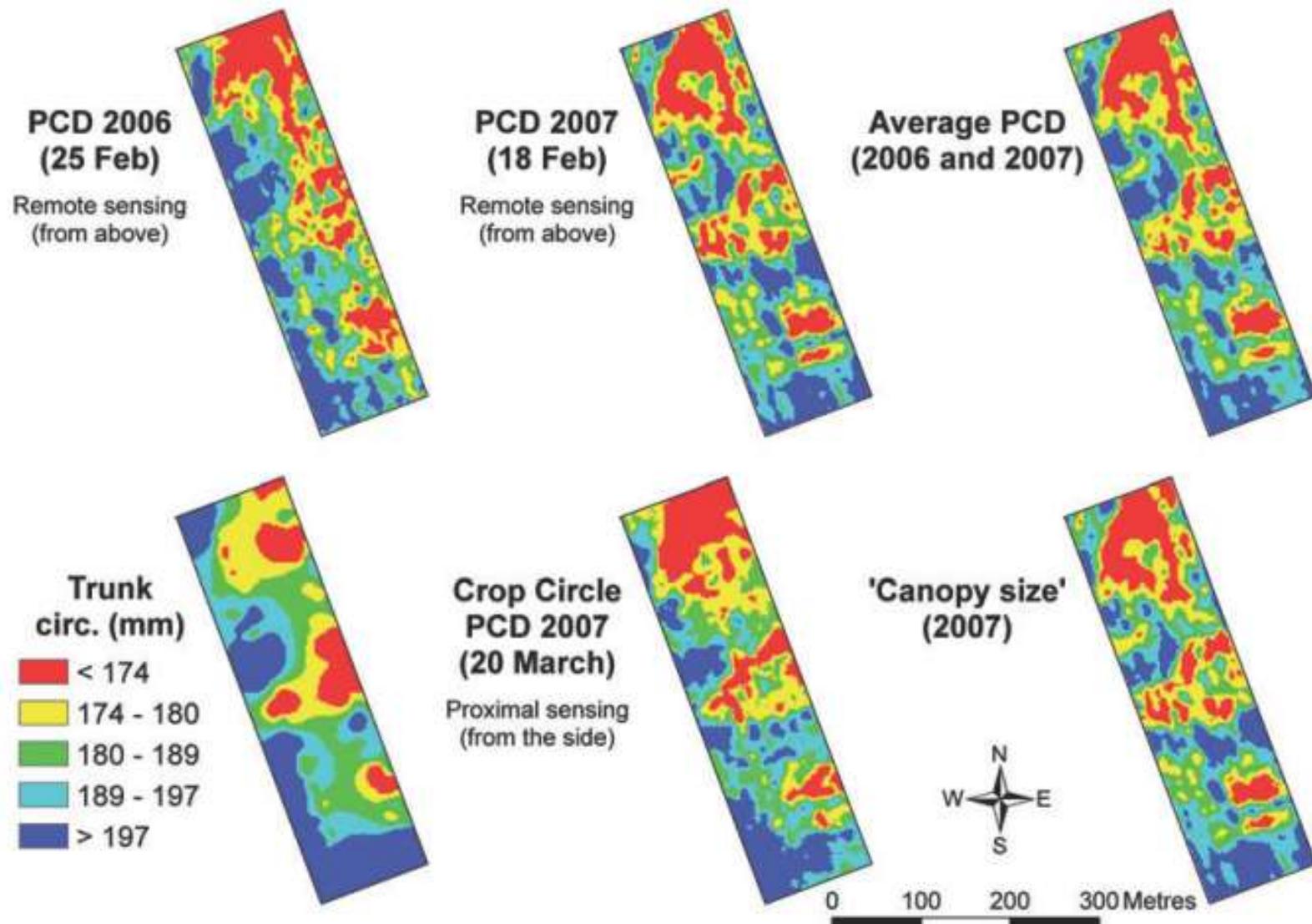
Exemplo mapas NDVI de 2 parcelas de vinha da casta Touriga Nacional na região do Douro Superior. (Fonte: projeto Biod'Agro, ISA).

Nota: parcela da esq. denotando maior vigor e homogeneidade que a parcela da dta.

As siglas no interior de cada parcela indicam a localização dos “smart points” onde se instalaram sondas de humidade do solo (localização baseada nas classes de NDVI).

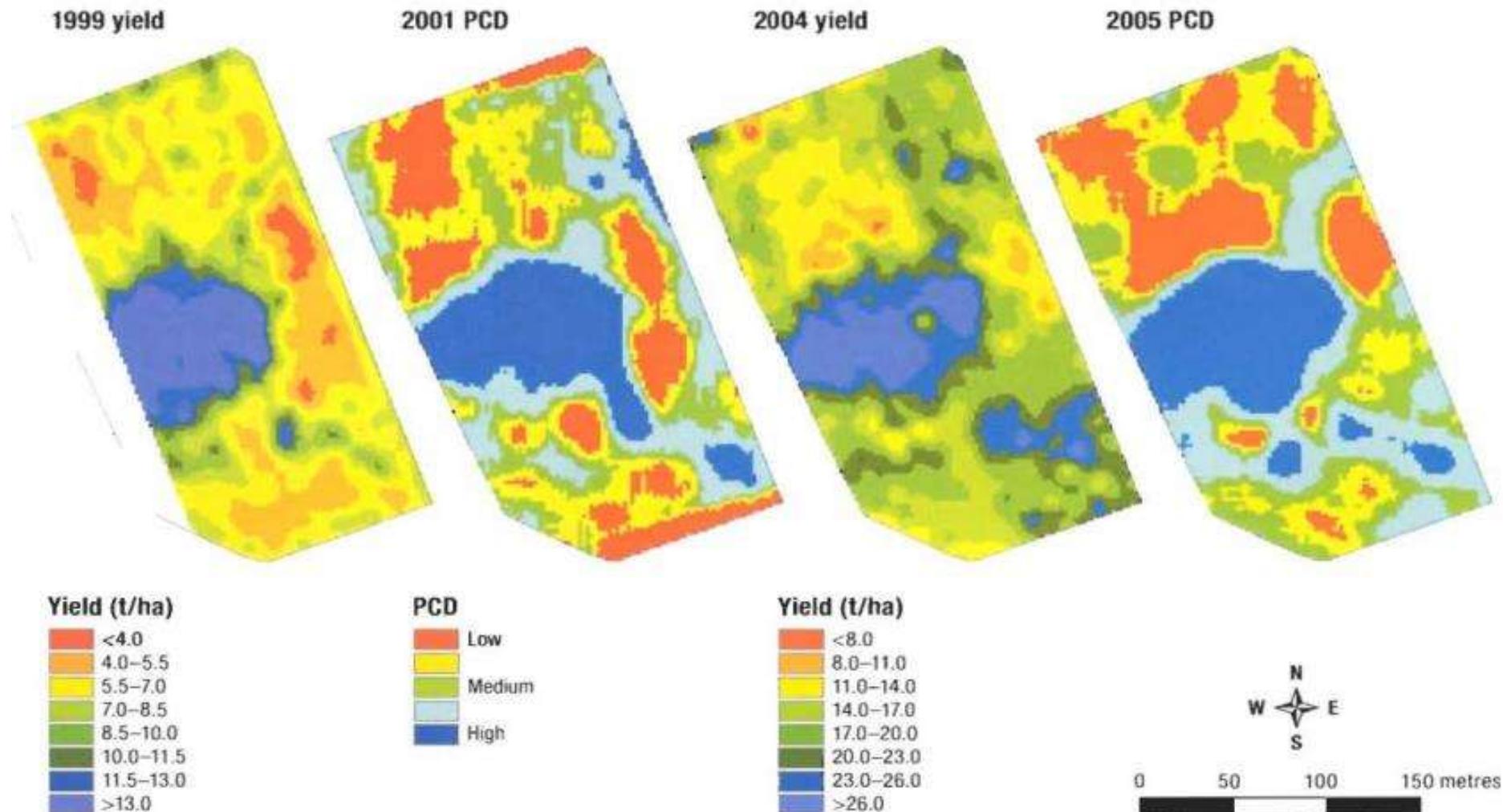
# Ex. deteção remota para mapeamento do vigor

Índice de vegetação usado - “Plant Cell density”: PCD=NIR/RED



fonte: Bramley et al., (2011). AJGWR , 17

# Ex. mapa do vigor (PCD) combinado com mapa de produtividade



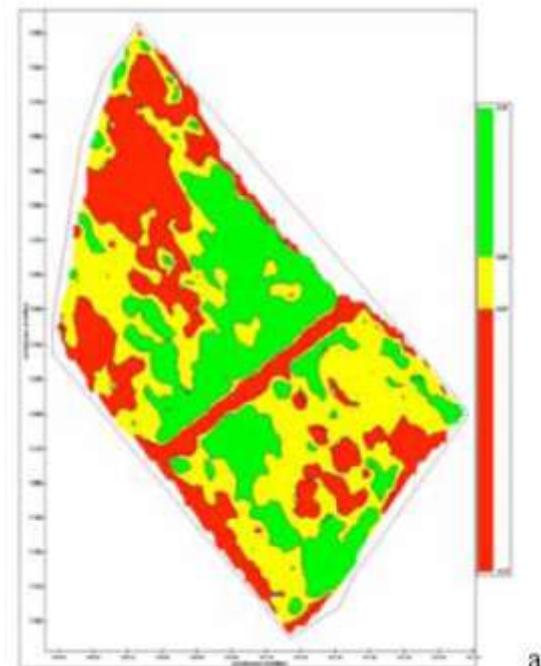
Fonte: Proffitt et al., (2006). Precision Viticulture. Winetitles, Austrália

# Limitações da deteção remota para mapeamento do vigor em viticultura

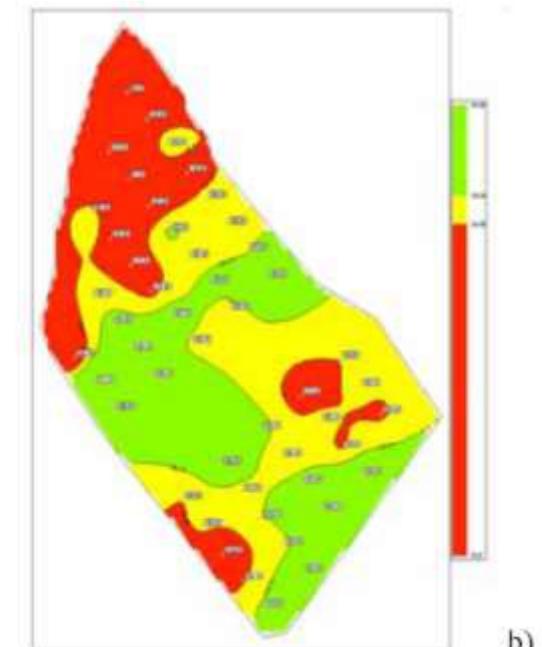
**Significado de vigor em viticultura:** taxa de crescimento vegetativo. Pode ser estimado pela área foliar, peso dos sarmentos ou perímetro do tronco; Os índices de deteção remota fornecem indicadores de vigor: biomassa fotossinteticamente ativa (combinação de biomassa vegetativa e atividade fotossintética).

Comparação de 1 mapa NDVI com 1 mapa construído com medições manuais do perímetro do tronco. (Tisseyre et al., 2006)

Mapa NDVI



Mapa do perímetro do tronco



# Deteção remota do vigor: limitações

- fornece informação principalmente da superfície do coberto vegetal;
- As particularidades do sistema de condução da vinha (altura e densidade da sebe, largura entrelinha, nº de planos de vegetação, etc.) tornam necessária a utilização de processos adicionais para produzir uma cartografia realista.



# Deteção remota do vigor: limitações

- Em casos de elevada densidade da sebe o NDVI torna-se insensível às alterações de biomassa - saturação quando o IAF > 3,5;
- a resposta espectral pode ser influenciada pela cobertura do solo, cor ou sombra do solo;
- as imagens devem ser obtidas em dias de sol no período próximo do pintor.



AD, C. Lopes, ISA/UL



26

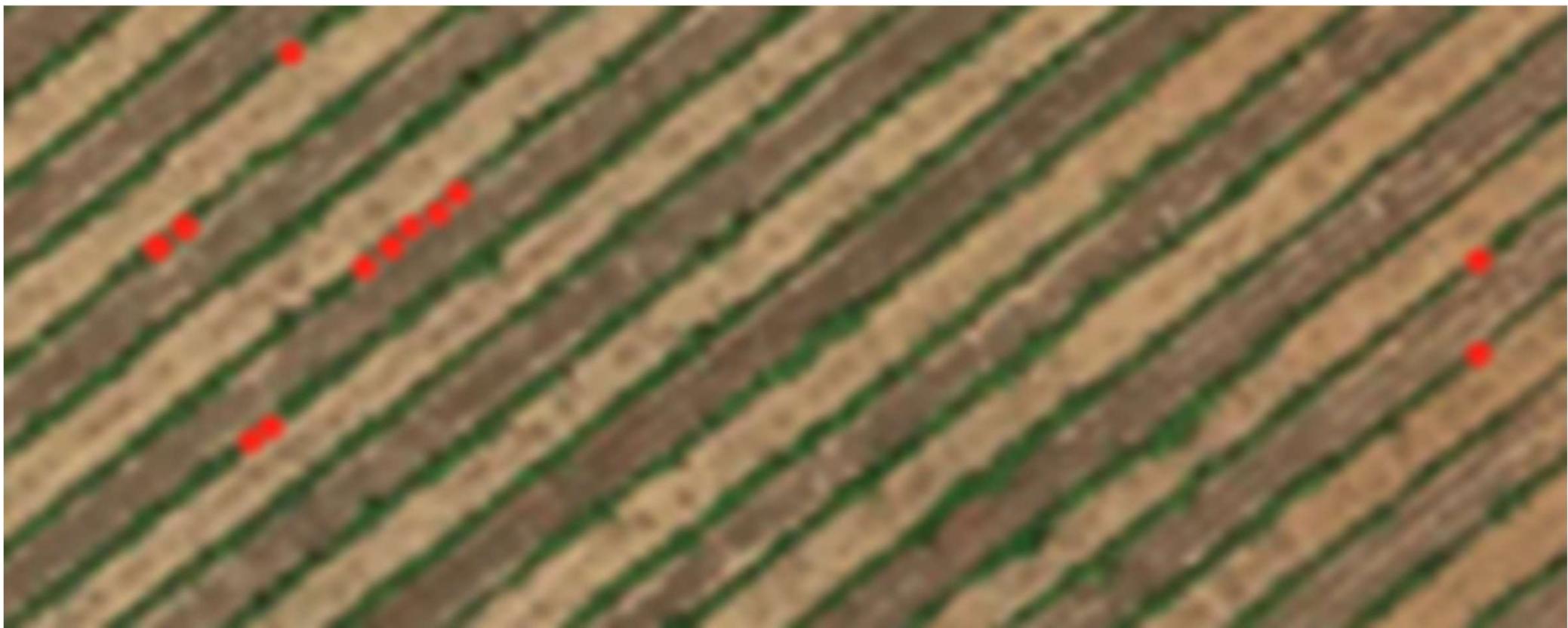
# Deteção remota do vigor: limitações

- fornece informação espectral da videira e do solo: são necessárias imagens de alta resolução para permitir a separação dos pixéis da videira dos pixéis do solo, especialmente no caso da utilização de enrelvamento.
- Os dispositivos de imagem + recentes são capazes de produzir imagens de alta resolução que permitem evitar misturar informação da entrelinha, com infestantes ou culturas de cobertura.



## Ex. deteção remota para mapeamento das falhas na vinha

Ex. extrato de um levantamento de deteção remota de uma vinha feita por um drone ao pintor, onde se indica as falhas na vinha através dos pontos a vermelho.



Metrics	
Gaps	57
Gaps / hectare	37.0

# Ex. deteção remota para mapeamento 3D da vinha através do uso do LiDAR (light detection and ranging)

02. Digital Observatory Hub

Member States' Survey

Experts' Interviews

Digital Transformation Plan

DT Observatory Hub - Report

Looking Ahead



## Laser Imaging Detection and Ranging (LiDAR)

Technologies

1

2

3

4

5

6

7

8

9

LiDAR is a remote sensing method that can be used to map the structure of vegetation in a region, including height, density and other characteristics. This tool allows the study of characteristics of a particular area in detail



Map the vineyard in three-dimensions (3D)



Site specific spraying (pesticide precision)



Value Chain



Vinery



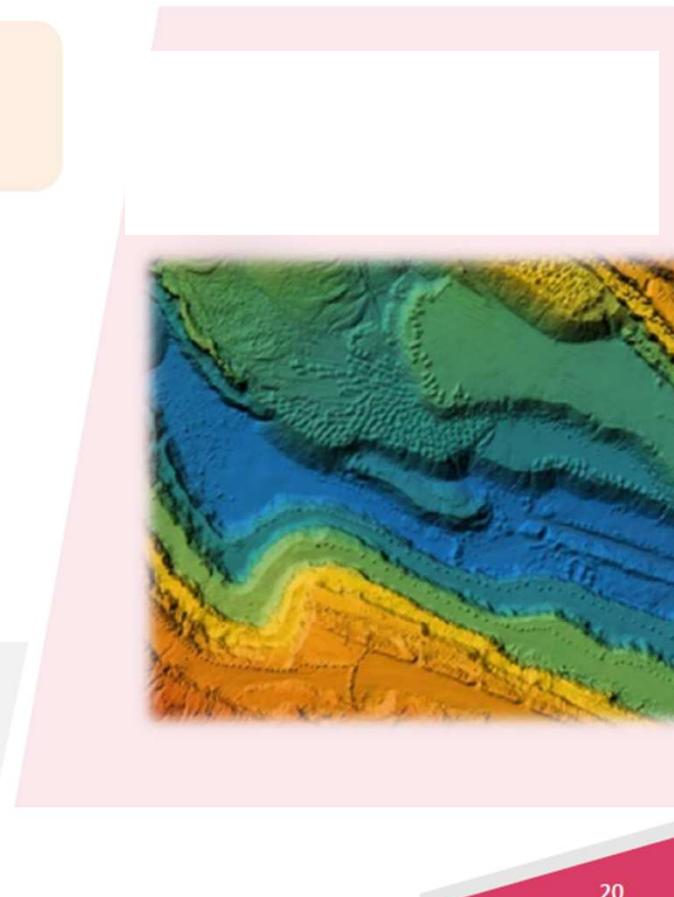
Distribution



Reduction of accidents in the vineyard

“

With LiDAR, agricultural robotics takes a step forward. Thanks to its precision, this technology allows robots to better locate themselves and interact with any environment such as vineyards – Alexandre Bastard



International Organisation of Vine and Wine (OIV)

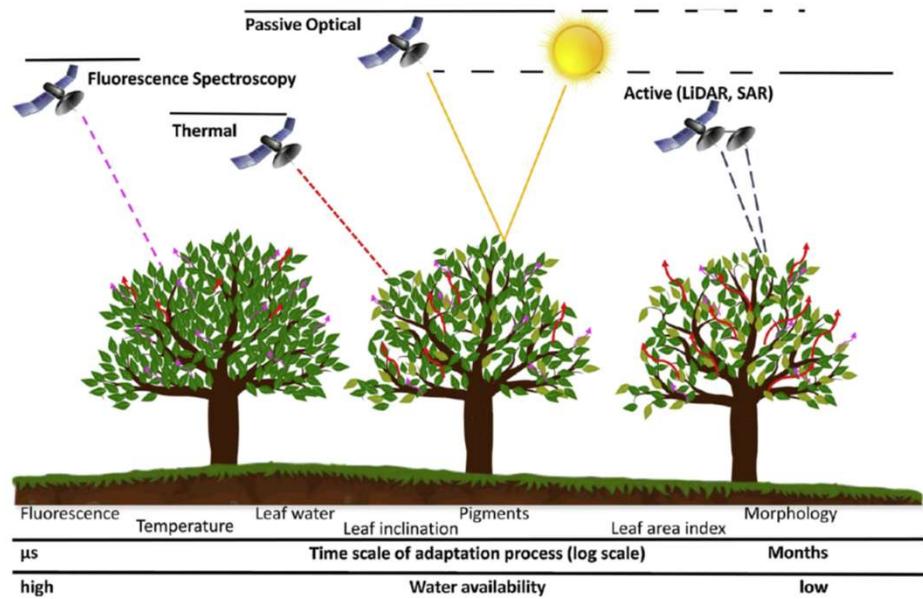
20

Fonte: <https://www.oiv.int/>

29

# Ex. deteção remota para mapeamento do estado hídrico da videira

Utilização imagens de satélite e drone para estimativa do estado hídrico da videira



Remote sensing of plant water relations  
(Damm et al. 2018)



Article

Towards Vine Water Status Monitoring on a Large Scale Using  
Sentinel-2 Images

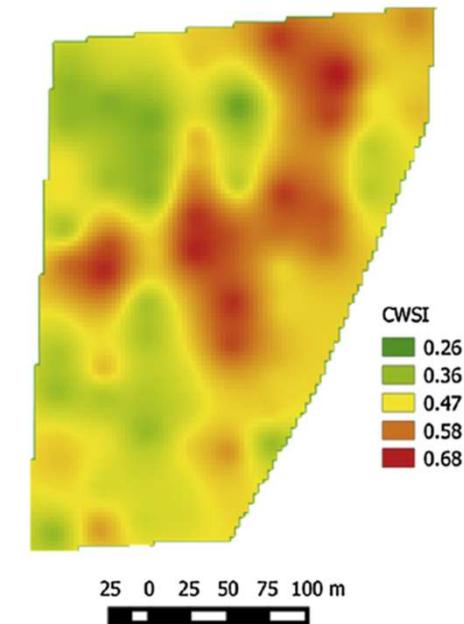
Eve Laroche-Pinel <sup>1,2,3,\*</sup>, Sylvie Duthoit <sup>1</sup>, Mohanad Albughdadi <sup>1</sup>, Anne D. Costard <sup>1</sup>, Jacques Rousseau <sup>4</sup>,  
Véronique Chéret <sup>2,3</sup> and Harold Clenet <sup>2,3</sup>



Review

Satellite Remote Sensing Tools for Drought Assessment in  
Vineyards and Olive Orchards: A Systematic Review

Nazaret Crespo <sup>1,2,3</sup>, Luis Pádua <sup>1,2,4,\*</sup>, João A. Santos <sup>1,2,4</sup> and Helder Fraga <sup>1,2,3</sup>



Variabilidade do estado hídrico da  
videira (CWSI: crop water stress  
index) estimado através de  
imagens térmicas obtidas através  
de um drone  
(Santesteban et al. 2017; Agr.  
Water Management )

## 7.2.2. Detecção Proximal em Viticultura

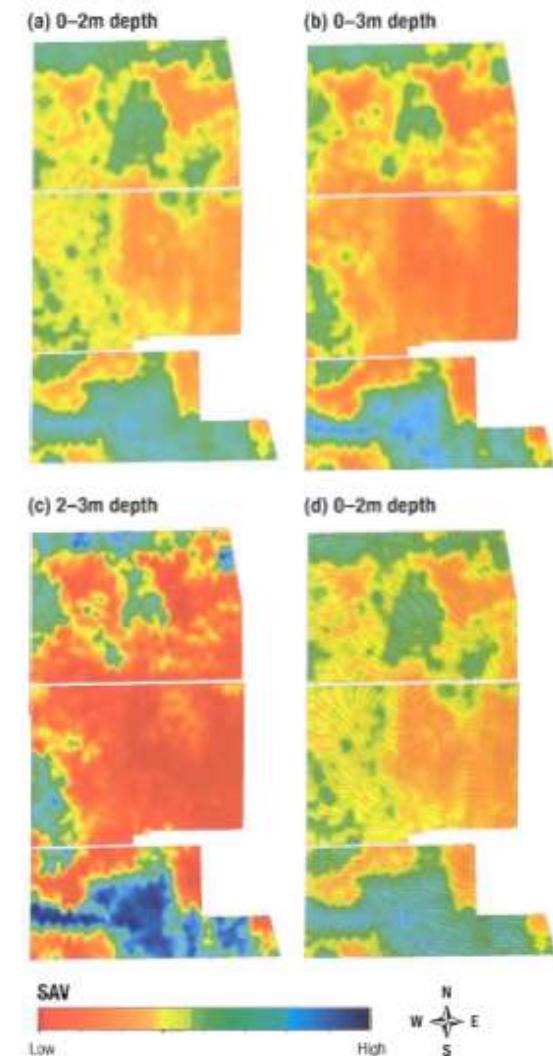
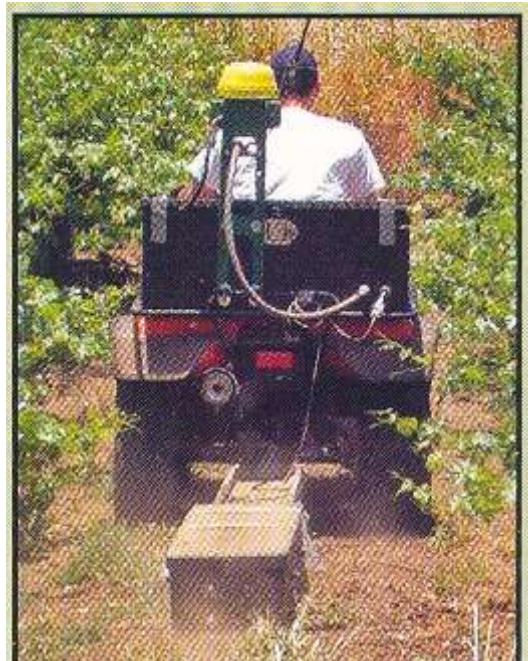
- ✓ Ao contrário da deteção remota, a deteção proximal funciona numa escala muito menor, focando-se em pontos específicos ou áreas limitadas, permitindo a recolha de dados de alta resolução e de curto alcance. Esta abordagem apoia os viticultores na optimização da qualidade das uvas, na melhoria do rendimento e na abordagem dos stresses bióticos e abióticos da videira em áreas específicas da vinha.

### Exemplos

- Sensorização do solo;
- Reflectância da vegetação;
- Composição da uva
- Temperatura da folhagem e dos bagos;
- Estimativa da produção;
- Características da sebe (altura, espessura, porosidade, etc);
- outros

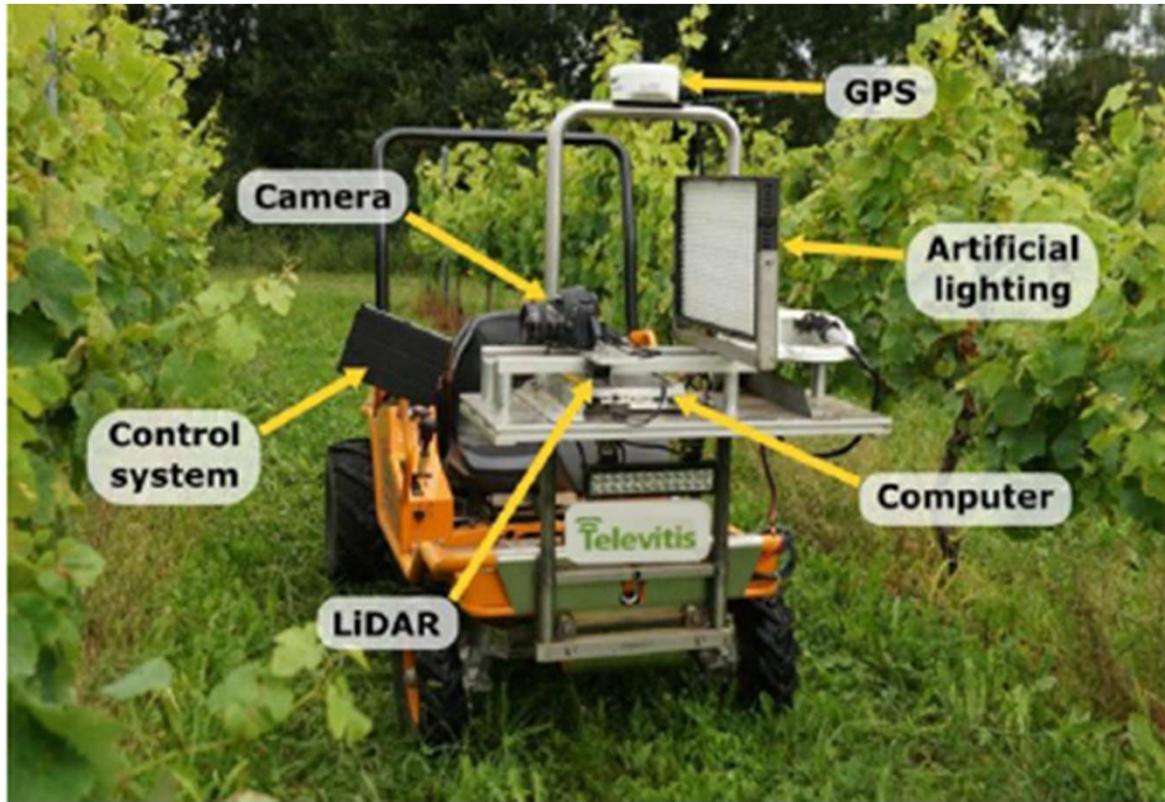
# Deteção Proximal: ex. características do solo

A **condutividade elétrica do solo** (capacidade de conduzir energia elétrica) é uma forma indireta de estimar as propriedades físicas e químicas do solo. Está relacionada com o teor de humidade do solo, salinidade, teor de argila e mineralogia, porosidade e densidade. Pode ser medida por vários tipos de sensores:



Ex. sensores electro-magnéticos para monitorização da condutividade elétrica do solo

# Deteção Proximal: ex. plataforma móvel para aquisição de dados em movimento



Camera multiespectral de 5 bandas

The 'Televitis mobile lab' (Univ. La Rioja (Spain)). It is a mobile sensing platform with different sensors such as red, green and blue (RGB) camera, near-infrared (NIR) sensor, hyperspectral imaging (HIS) and thermal camera for on-the-go data or image acquisition. All sensors are connected to a GPS and industrial computer and the platform can travel at a speed of 2 to 7 km/h.

From: Tardaguila et al. (2021). *Smart Agricultural Technology*, 1, 100005

# Deteção Proximal: ex. sensores para monitorização da refletância da sebe

(medida lateralmente a partir da entrelinha)



Fonte: Proffitt et al. (2006).

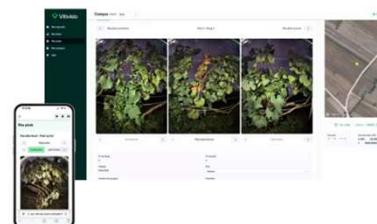


Ex. sensor de refletância montado num veículo terrestre para mapeamento de características da sebe da vinha.

fonte: Tardaguila et al. (2021). *Smart Agricultural Technology*, 1, 100005



# Deteção Proximal: ex. empresa prestação de serviços Francesa: VITIVISIO (<https://vitivisio.com/>)



<https://www.youtube.com/watch?v=cUmeH7cnNAA>

## VitiBox



### Un équipement : la VitiBox

- Capteur double-rang, adapté à toutes les vignes et à tous les types de porteurs
- Prise de vue multi-angles pour tout voir malgré le feuillage



### eVitivisio: Data on line

#### Un abonnement : eVitivisio

- Coffre-fort numérique
- Votre patrimoine viticole stocké, sauvegardé et sécurisé
- Accessible en ligne : suivi des travaux, GPS au centimètre et images associées
- Traçabilité, rapports personnalisés et automatisés

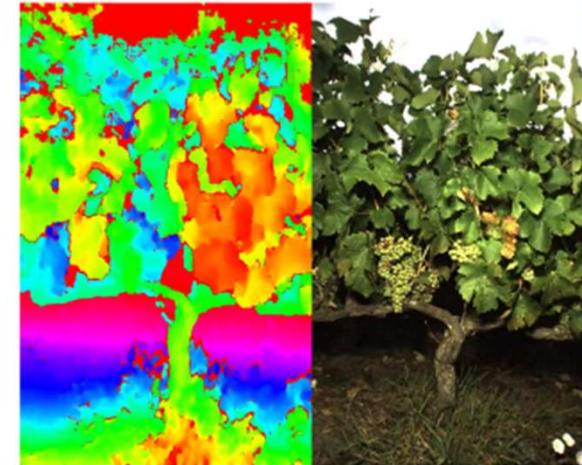


**Ex. Ex. VITIVISIO**  
(<https://vitivisio.com/>)

# VitiView

## Unique Data Set

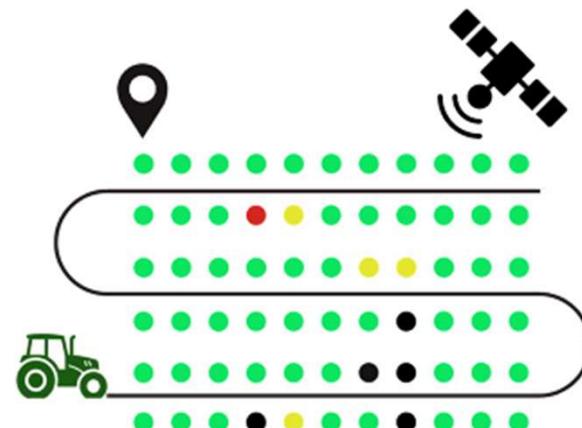
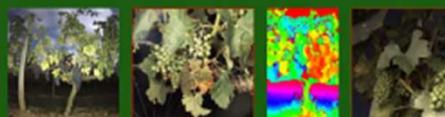
- Winegrower point of view
- HD Color Images (0,5mm/pixel)
- 3D Images (1M 3D points)



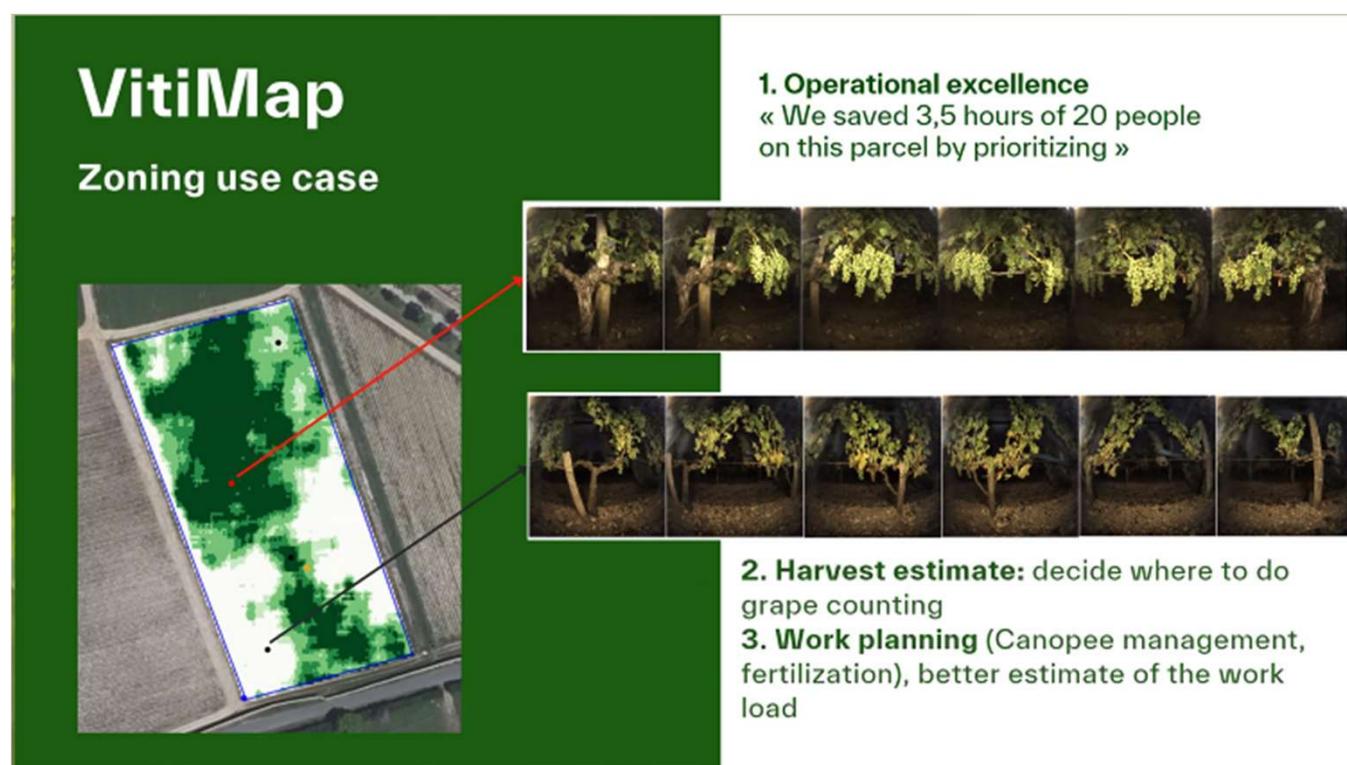
# VitiView

## Unique Data Set

- Winegrower point of view
- HD Color Images (0,5mm/pixel)
- 3D Images (1M 3D points)
- Best Image quality in every lightning conditions
- Real Time analysis (AI+GPU)

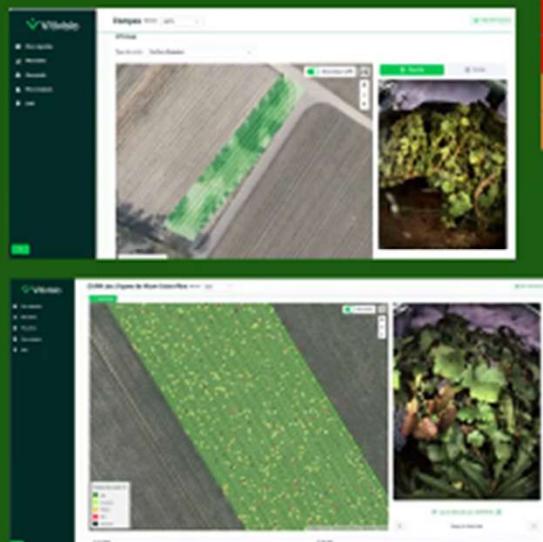
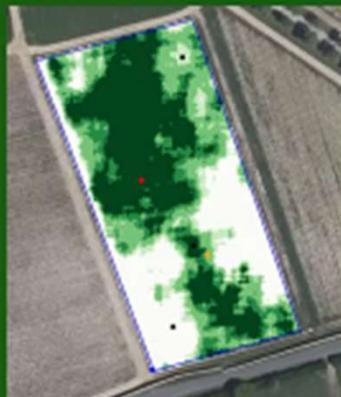


Ex. Ex.  
**VITIVISIO**  
(<https://vitivisio.com/>)



## VitiMap & VitiParcel

### Grape Count

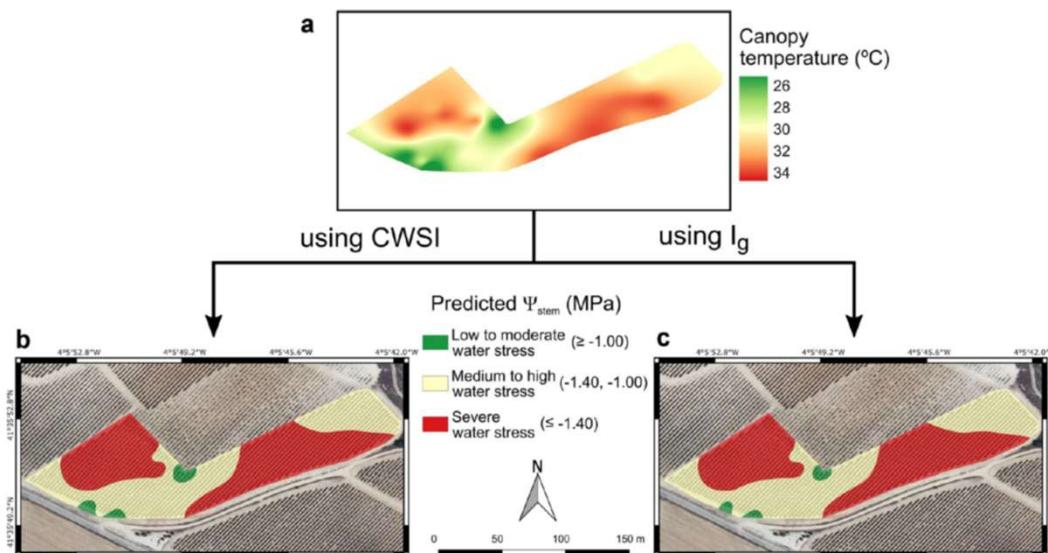
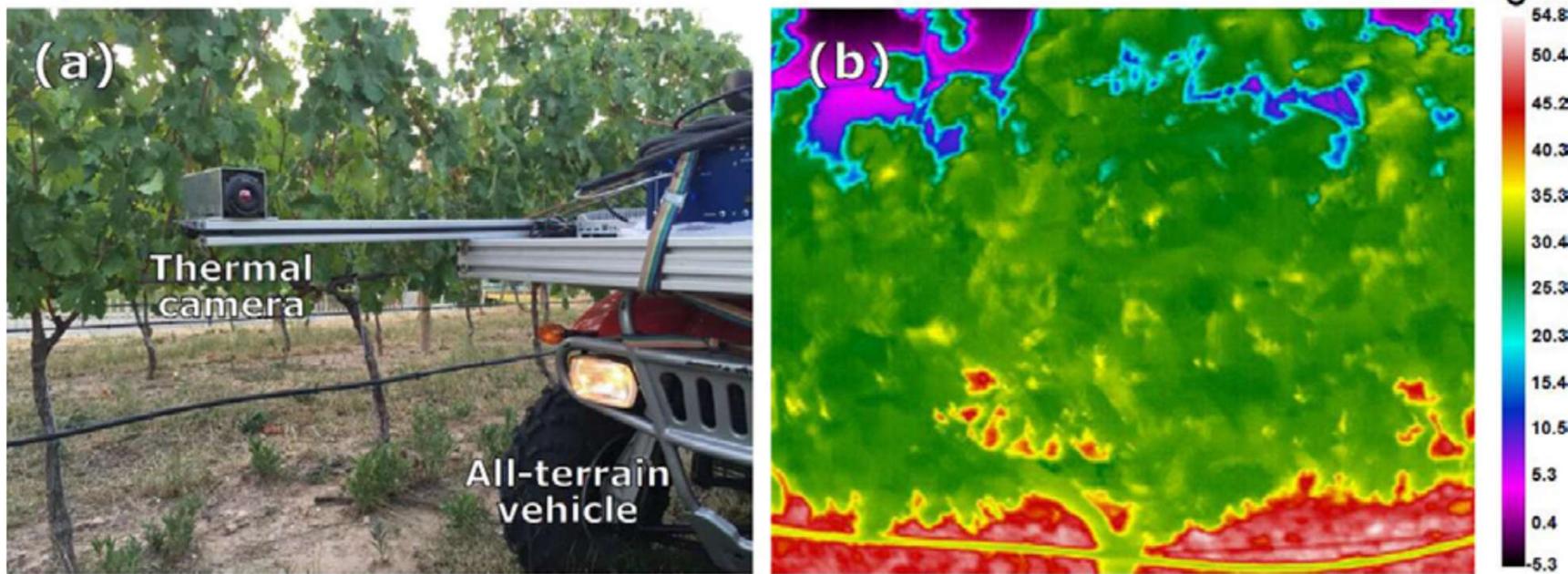


Placette	nbr_pieds	vérité_terrain	nbr_grappes_vues	VitiMap	VitiParcel
P2	1	7	7	7	7
P2	2	15	14	14	14
P2	3	18	14	15	15
P2	4	8	8	8	8
P2	5	11	11	11	13
P2	6	11	11	11	12
P2	7	14	14	14	11
P2	8	13	13	13	15
P2	9	12	12	12	12
P2	10	10	10	10	9
Total		119	114	114	116
Moy		11,9	11,4	11,4	11,6

**VitiMap**  
Intraparcel Mapping for operational excellence

**VitiParcel**  
Restructure – Track diseases (FD- ESCA- Court Noué)

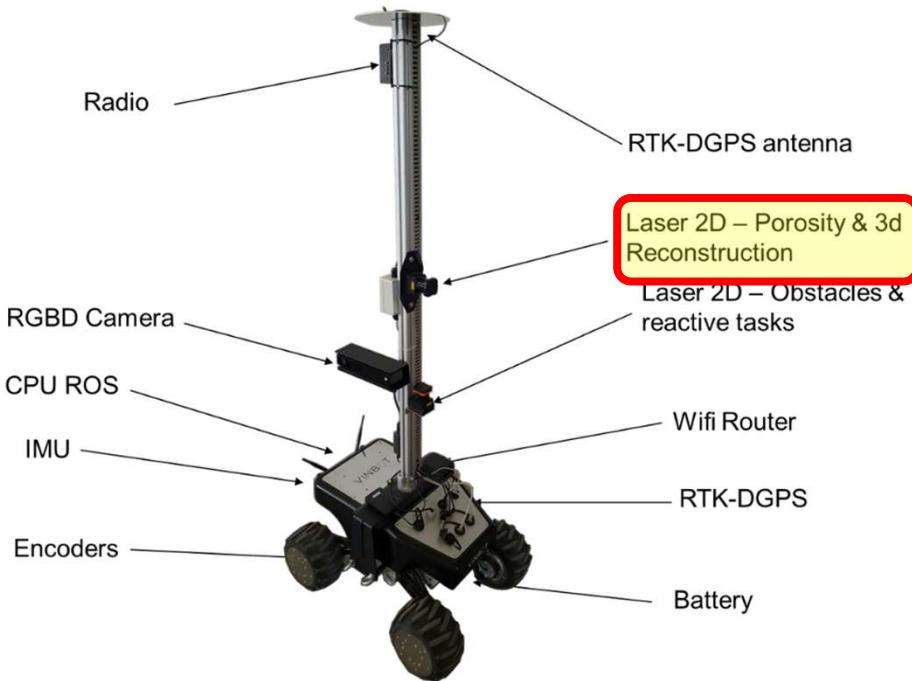
# Deteção Proximal: termografia “on-the-go”



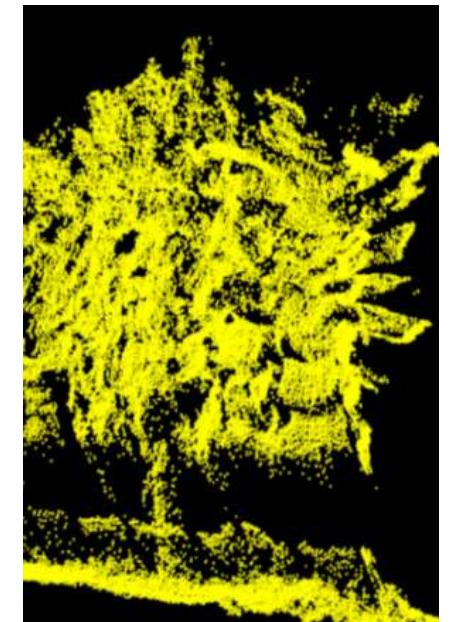
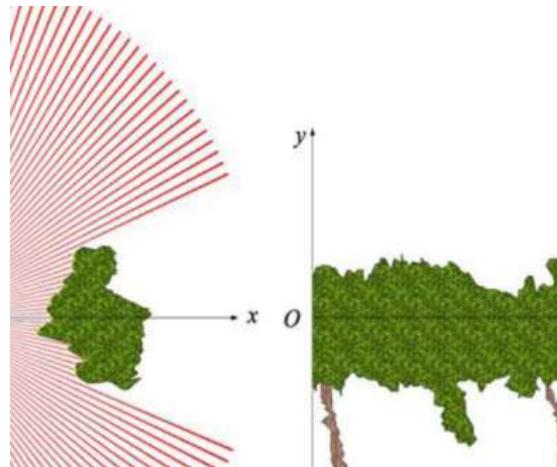
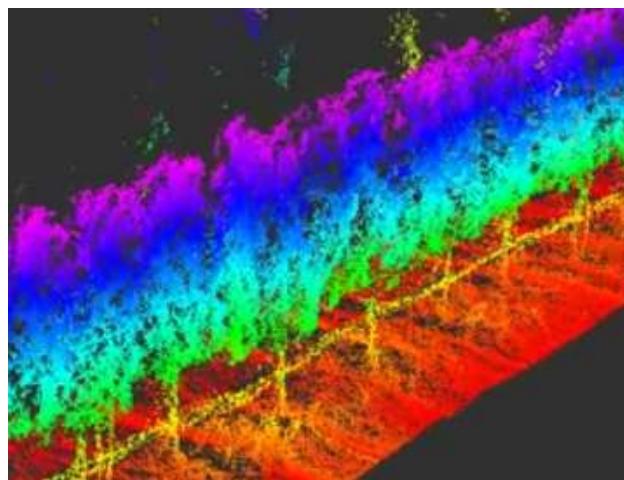
Ex. câmara térmica montada num veículo terrestre para mapeamento da variação espacial da temperatura da sebe. Serve de indicador para stress hídrico e térmico da videira.

Fonte: Gutiérrez et al. (2021), Irrig. Sc

# Ex. Deteção Proximal com LiDAR (light detection and ranging): permite a reconstrução 3D da arquitectura da sebe da vinha



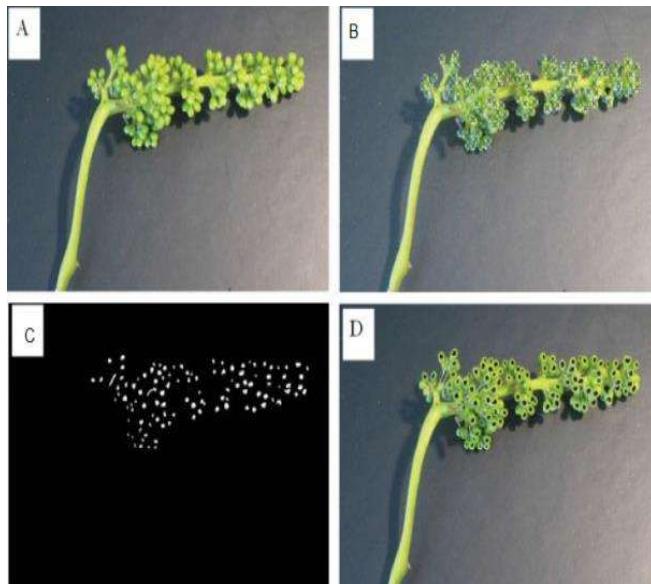
Laser Range Finder



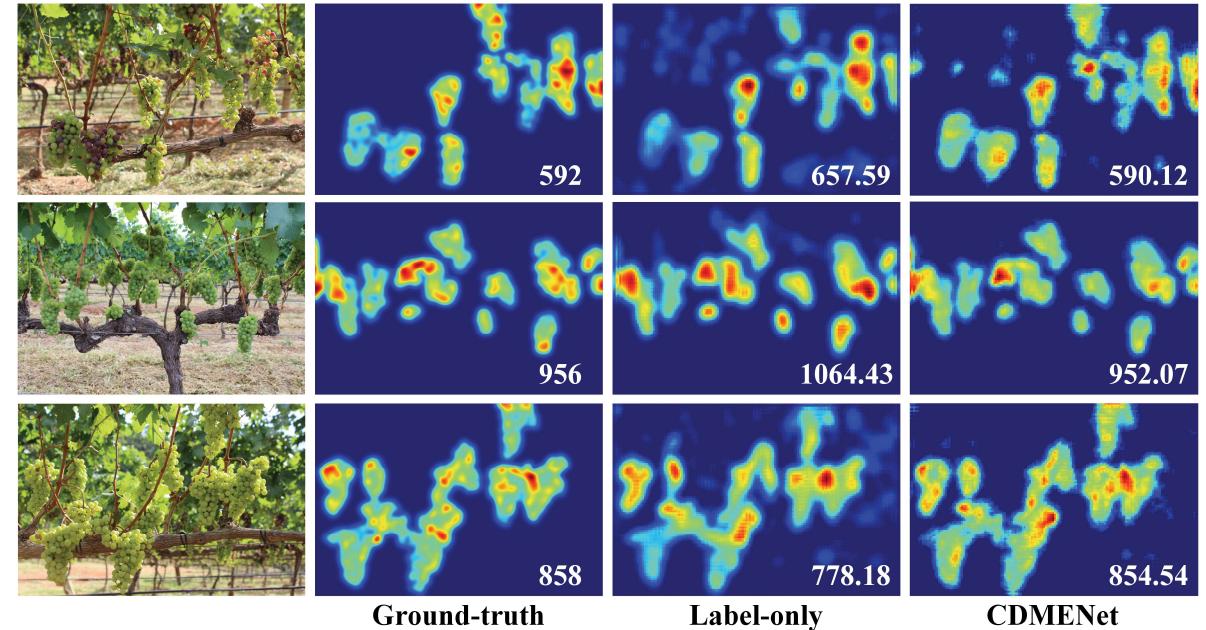
fonte: projeto europeu Vinbot, ISA

# Ex. Deteção Proximal: Estimativa da produção com base em análise de imagem

## Estimativa das várias componentes da produção



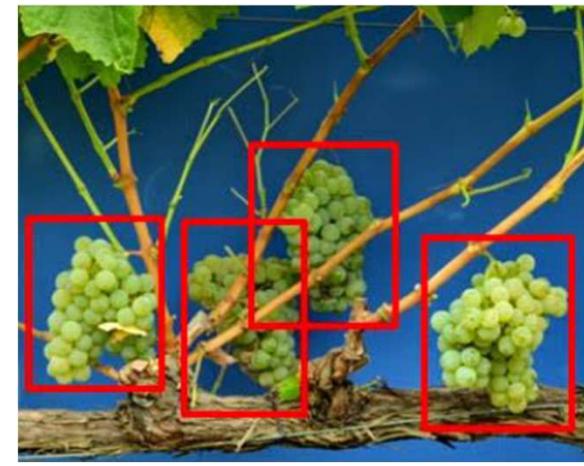
From Diago *et al.*, (2013).



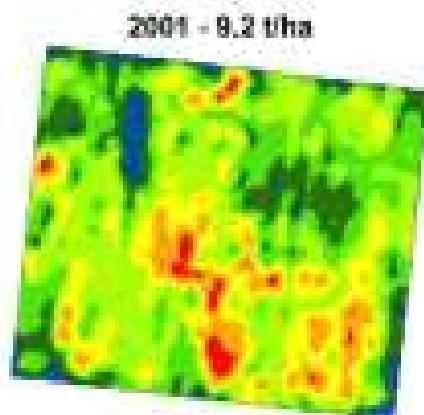
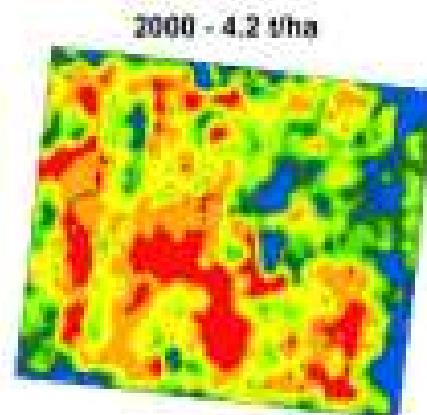
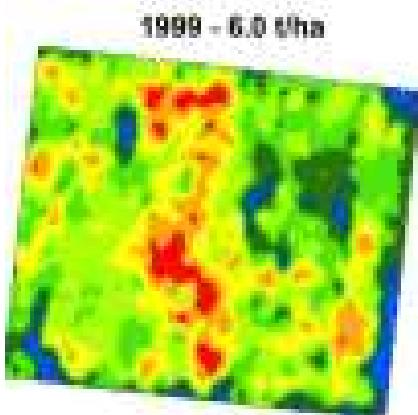
From Li *et al.*, (2023).



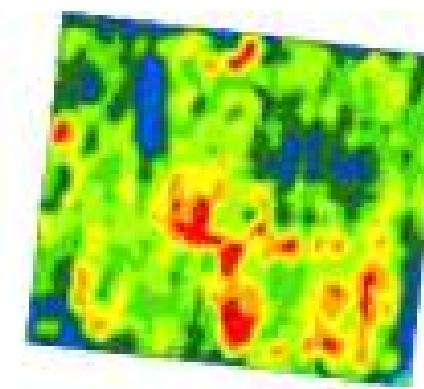
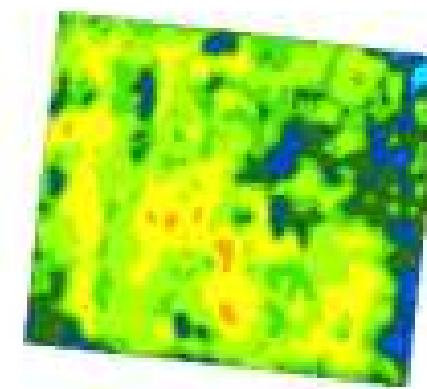
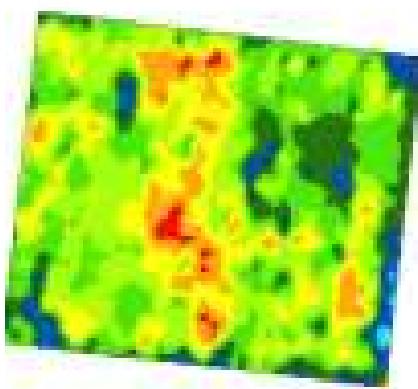
From Victorino *et al.* (2022).



# Ex. mapas de produtividade

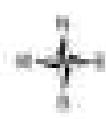


Source: Bramley & Hamilton, (2004). AJGWR, 10:32-45



Normalised yield

Lowest	Average	Highest
--------	---------	---------



0 50 100 150 200 Metres

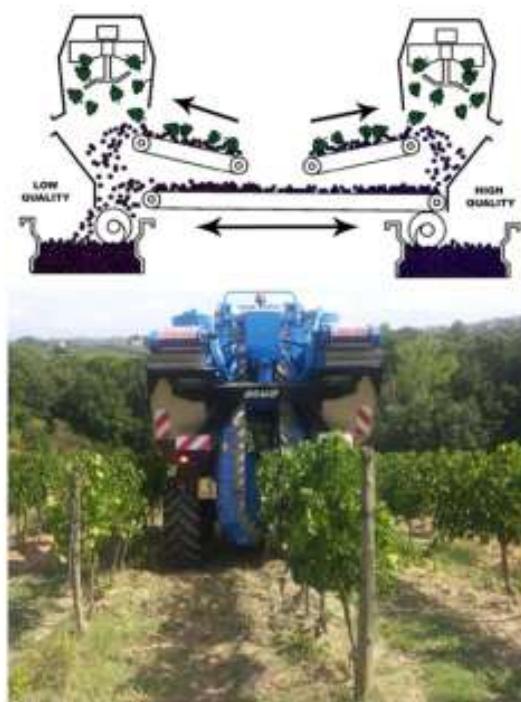
# Segmentação da vindima baseada em mapas de prescrição construídos com dados de monitorização da produtividade e da composição da uva

Ex. separação de lotes de uva de acordo com a composição da uva e nível de produtividade.



Caso de máquina de vindimar com evacuação lateral das uvas.

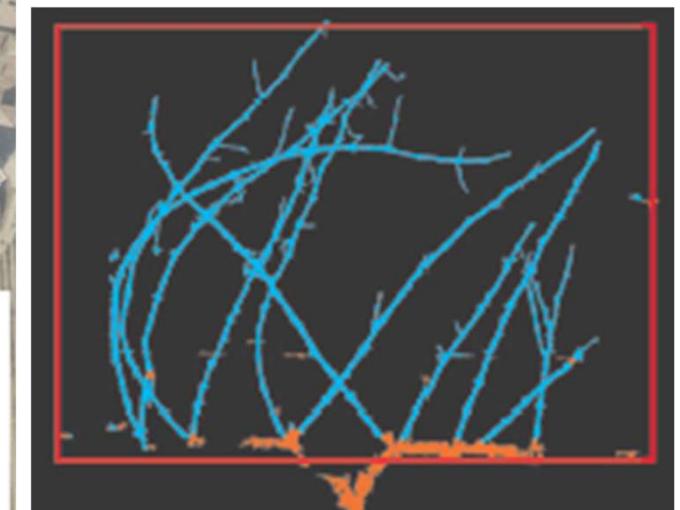
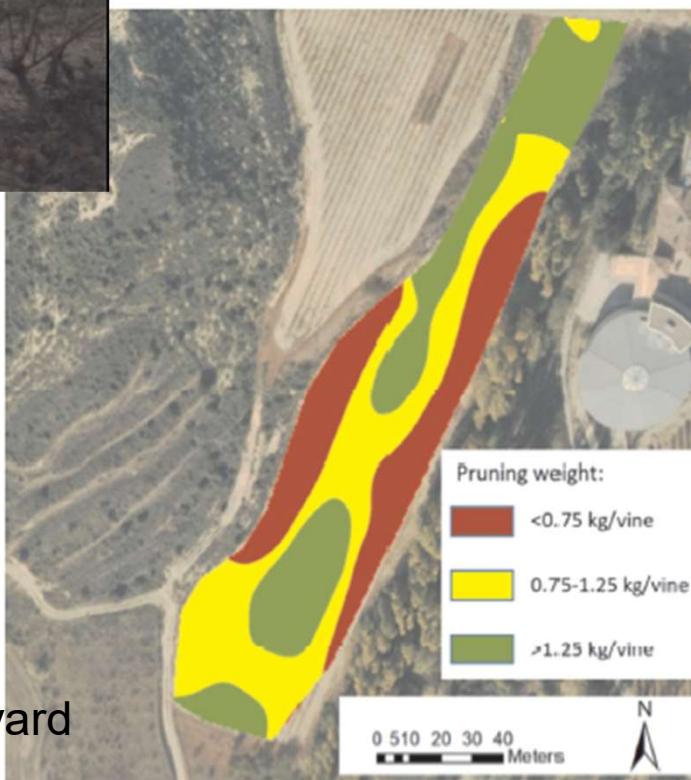
Fonte: Proffit et al. (2006) Precision Viticulture, Winetitles



caso de máquina de vindimar com 2 tegões a bordo fonte: Sarri et al. (2016)



# Ex. estimativa do peso lenha de poda com base em análise de imagem



Fonte: Millan et al. (2019), Vineyard pruning weight assessment by machine vision OenoOne

# Ex. utilização de análise de imagem para selecionar os bagos de uva (a bordo da máquina de vindimar ou na adega)

## Ex. Pellenc visionics sorting system

**SELECTIV' PROCESS 2:**  
YOUR HARVEST IS FREE OF MOG\*



Source: [Pellenc.com](http://Pellenc.com)

**Selectiv' Process Vision**

**Visionics sorting system**

Grape quality sorting system using visionics which eliminates green waste, foreign bodies and unripe or unhealthy grapes.

Selectiv' Process Vision is a **visionics harvest sorting system** (analysis of the color and form) which selects the grapes based on the wine maker's objectives and the initial quality of the harvest. It is therefore a **customized sorting process by artificial intelligence**. It is possible to choose only whole, ripe grapes or to set the sorting process to accept squashed grapes or those which still have the stalk attached.

In terms of quality, the **harvest is totally respected**, sorting is **constant** and elimination of green waste is an **integral part of the process**. Two thousand grapes are sorted per second which is a rate of up to 12 tonnes/hour.

The flow rate can be adjusted in real time, and the round the-clock operation and simplified settings complete this device which can be managed by a single person. The design of the **machine is compact** and can be adapted to a trailer and is also cleaned quickly (30 minutes).

The vision unit.

**PELLENC +**

**PELLENC Patent**

**INCLINED BELT**

The separated harvest is guided onto the inclined belt which turns in the opposite direction to the harvest in order to eliminate any small sticky waste.

**ROPE CONVEYOR**

Grapes land on the rope conveyor which accelerates their movement to 2.4m/s and spreads them out individually.

**VISION UNIT**

The grapes then pass under the vision unit where the camera continuously scans at a speed of 2000 grapes per second.

The artificial intelligence instantly analyzes the image given by the camera in terms of the color and form.

**WASTE EJECTION CHUTE**

The waste ejection chute discharges the undesired grapes and waste as predetermined by the wine maker, whilst the chosen grapes are directed towards the tank or wine press.



<https://www.youtube.com/watch?v=Yvrd4P7wRXo>

<https://www.youtube.com/watch?v=dbIAIzJhPQU>

<https://www.youtube.com/watch?v=mRoRo31GhQA>

## 7.2.3. Tecnologia de Taxa Variável (VRT)

### Exemplos de aplicações

- Aplicação de fertilizantes;
- Proteção da vinha;
- Rega;
- Intervenções em verde;
- Gestão da produtividade: monda de cachos.
- Poda de Inverno;
- **Benefícios para a Viticultura:** redução de custos com fatores de produção, otimização do uso da água e produtos químicos e consequente promoção da sustentabilidade ambiental, maior uniformidade e qualidade das uvas, promoção do equilíbrio da videira e sua longevidade, etc.



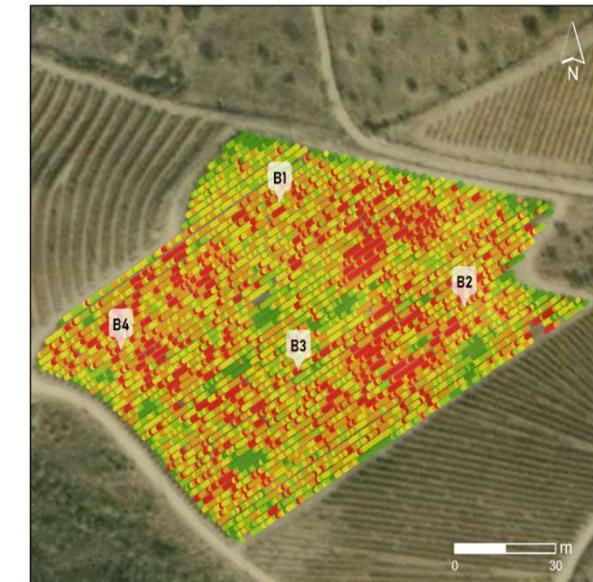
Vídeo Efficient vineyard:

<https://www.youtube.com/watch?v=SjW4ptirQKY>

# VARIABILIDADE NA VINHA

## Variação do vigor – potenciais causas:

- Preparação do solo à plantação;
- Declive da parcela;
- Características do solo: textura, estrutura profundidade, fertilidade;
- Heterogeneidade da rega;
- Outras causas



*e.g. mapa NDVI de uma parcela de vinha na região Douro Superior.*

# VARIABILIDADE NA VINHA

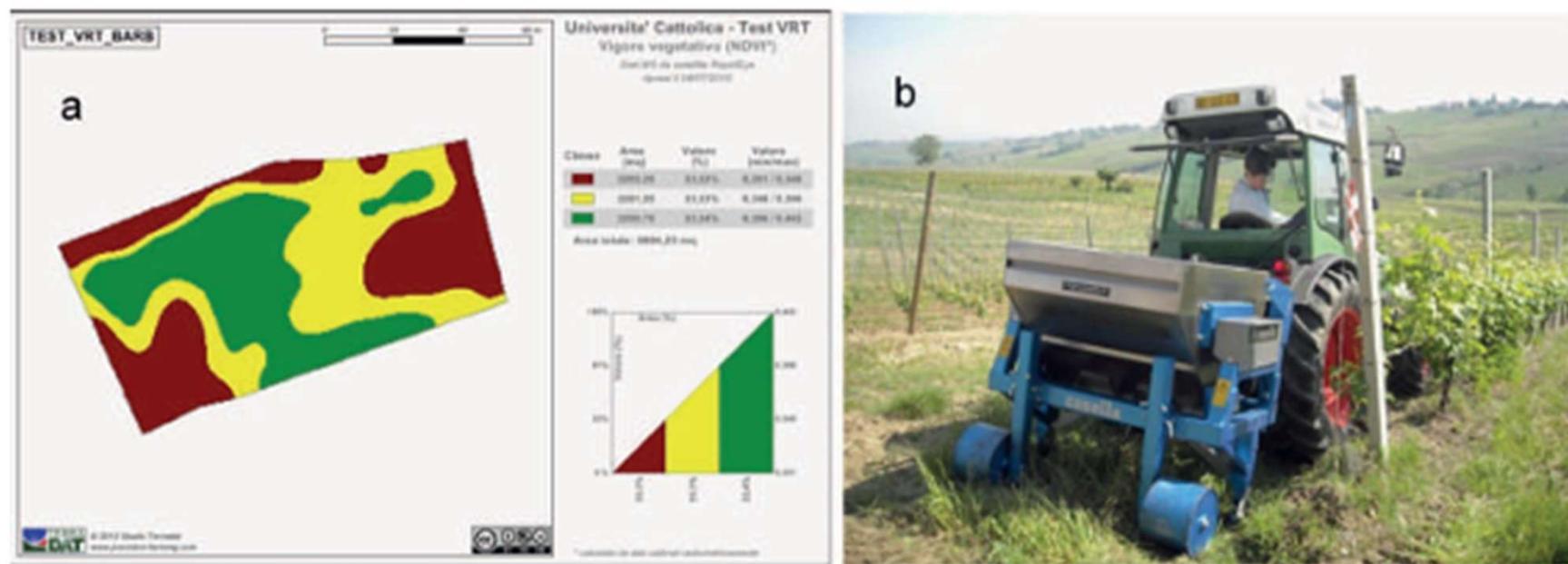
Variabilidade espacial: falhas;



# Gestão da vinha através da integração de informação espacial com VRT

Ex. aplicação da VRT na fertilização da vinha usando mapas de prescrição baseados em estimativas de vigor obtidas por deteção remota (NDVI)

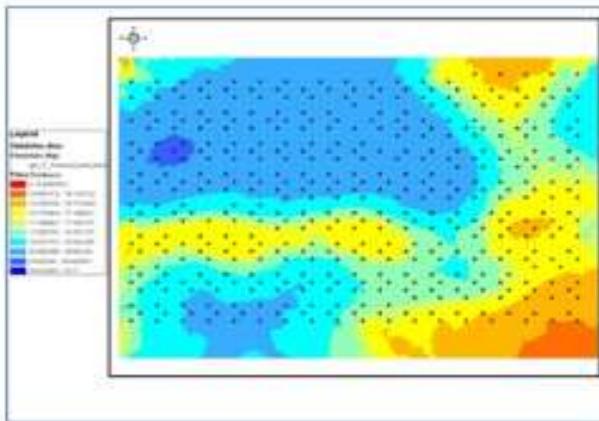
*Figure 1 : NDVI map based on three vigor classes derived from a multispectral remotely-sensed image (a) and the variable-rate fertilizer spreader used during the research (b).*



# Gestão da vinha através da integração de informação espacial com VRT

Ex. aplicação da **VRT** na monda de sarmentos utilizando mapas de prescrição baseados em estimativas de vigor obtidas por deteção remota (NDVI)

Variable rate mechanical shoot removal



# Gestão da vinha através da integração de informação espacial com VRT

<https://www.youtube.com/watch?v=YK7TB54jVrM>

Short overview: <https://www.youtube.com/watch?v=SjW4ptirQKY&t=8s>

Ex. Aplicação da **VRT** na **desfolha da vinha** utilizando mapas de prescrição baseados em estimativas de vigor obtidas por deteção remota (NDVI)



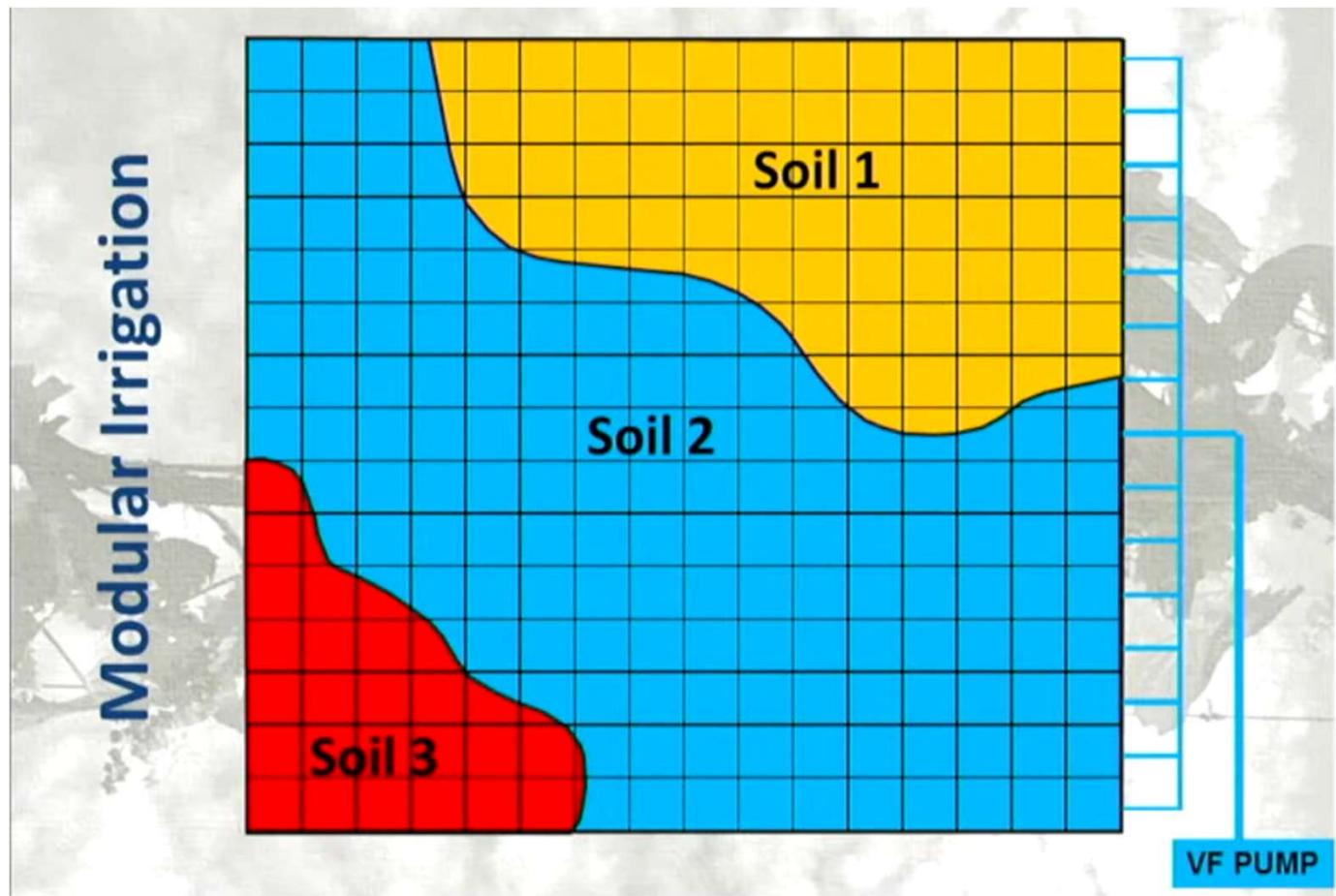
# Gestão da vinha através da integração de informação espacial com VRT

Ex. Aplicação da **VRT** na monda mecânica de **cachos** utilizando mapas de prescrição baseados em estimativas da produtividade obtidas por análise de imagem



# Gestão da vinha através da integração de informação espacial com VRT

Ex. Aplicação da VRT na rega da vinha utilizando mapas de variabilidade espacial do solo e do vigor.



[https://www.youtube.com/watch?v=9U-BLPH2r\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=9U-BLPH2r_M)

## 7.2.3. Redes de sensores & “Internet of things” em Viticultura

### Redes de sensores

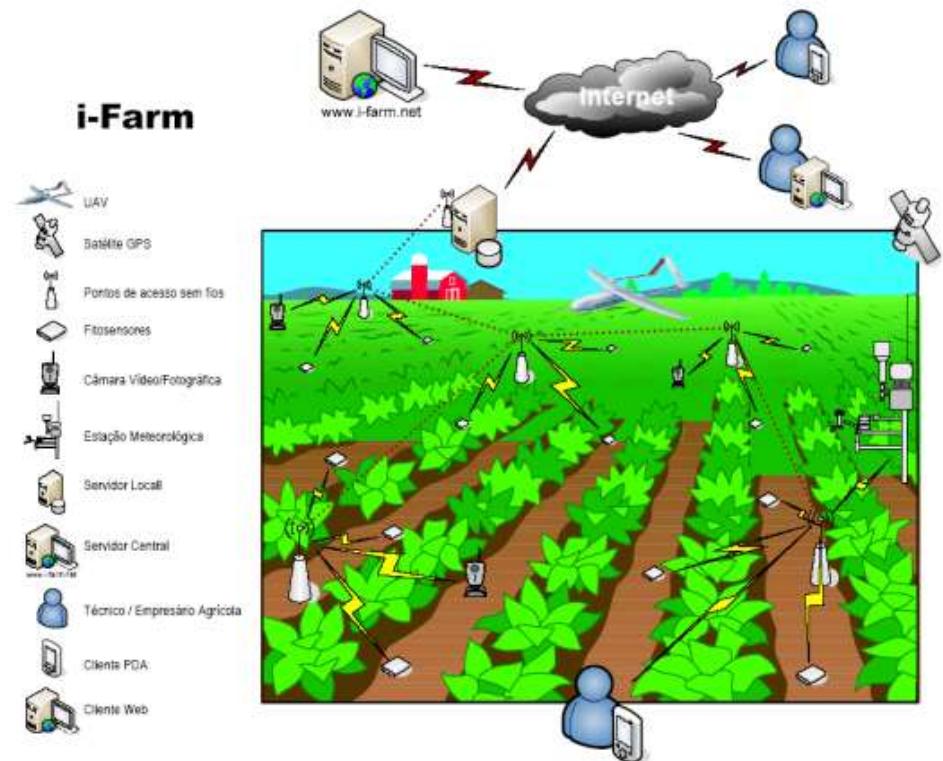
- recolha de dados em tempo real e de alta resolução numa vinha.
- sensores interligados estrategicamente permitindo monitorizar o solo, as plantas e as condições ambientais, ajudando o viticultor a tomar decisões baseadas em dados para melhorar a qualidade das uvas, conservar os recursos e aumentar a sustentabilidade.

### Conectividade e transmissão de dados:

- Wireless Sensor Networks (WSNs): Wi-Fi, Zigbee, LoRa e Bluetooth: permitem a transmissão à distância de dados dos nós de sensores para um sistema central;
- Cloud-Based Data Storage and Analytics: Dados são transmitidos para sistemas baseados na “nuvem” para armazenamento e análise (ex. Machine Learning e IA), permitindo uma monitorização remota e correspondente tomada de decisão.

# “Internet of things” (IoT)

Rede de dispositivos “inteligentes” que incorporam sensores, software e outras tecnologias para ligar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas através da internet (OIV, 2021). O principal objetivo é permitir a recolha, monitorização e automatização de dados em tempo real em diversas aplicações, de forma a permitir uma robusta tomada de decisão relativa às operações culturais nas vinhas.



## Ex. processamento e Análise de Dados:

“Edge Computing”: parte do processamento de dados ocorre diretamente nos dispositivos dos sensores ou em dispositivos próximos, permitindo respostas rápidas (ex. ativação da rega com base em dados de umidade do solo em tempo real);

- Machine Learning e IA: algoritmos analisam dados históricos em tempo real para prever resultados, melhorando a fiabilidade da tomada de decisão na vinha.

# Ex. sensorização na vinha

- Monitorização ambiental – **CLIMA**: estações meteorológicas automáticas (radiação, temperatura, humidade relativa, velocidade vento, precipitação, folha molhada, etc.



# Ex. de uma “ilha de sensores” instalada numa vinha do Alentejo para ajuda tomada de decisão na gestão da rega deficitária



Folha molhada



Estação meteorológica



dendrometros



camera RGB



Sonda capacitiva



Sensores de temperatura



Sensor de fluxo seiva

# Ex. sensorização na vinha

- Monitorização ambiental – **solo**: humidade solo, temperatura, pH, salinidade, nível de nutrientes, etc.



- ex. sondas capacitivas inseridas num tubo de acesso permitindo estimar a humidade solo a várias profundidades.

# Ex. sensorização na vinha

- Monitorização da **VIDEIRA**: crescimento vegetativo, teor clorofila, densidade sebe, temperatura da folha e do bago, fluxo de seiva, potencial hídrico, variações diâmetro tronco e bagos, etc.



# Ex. sensorização na vinha

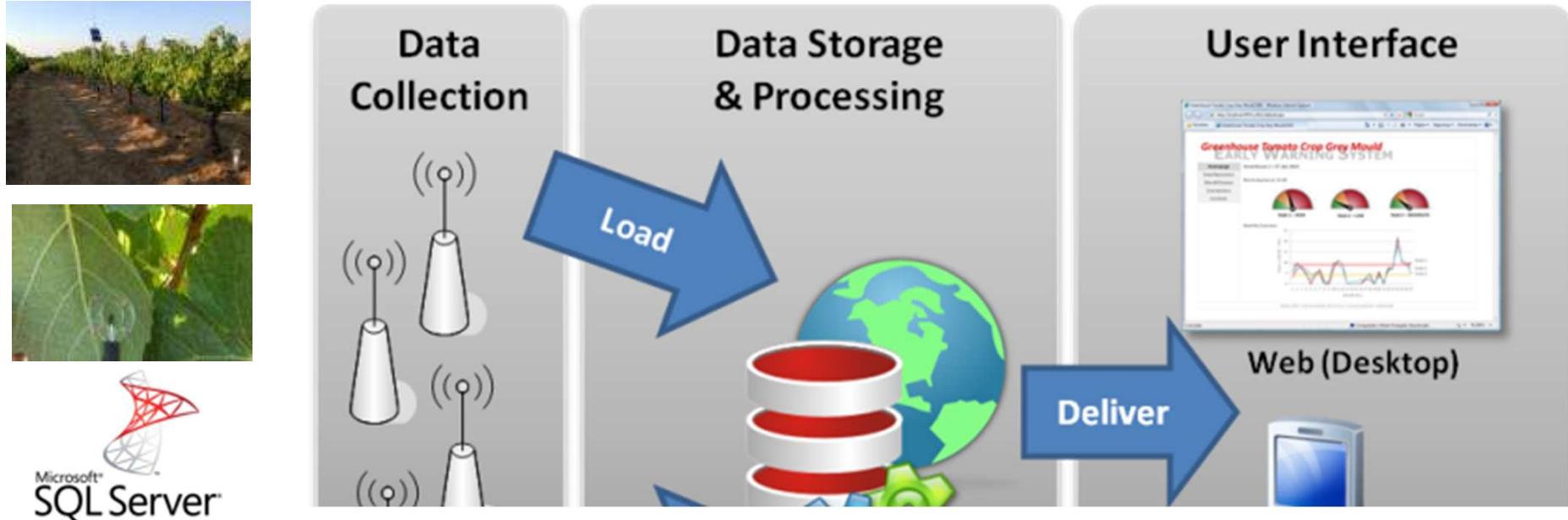
## Monitorização automática da **BIODIVERSIDADE**



Monitorização de: enrelvamento (crescimento e identificação de espécies), de pragas da vinha, monitorização do voo e espécie dos morcegos.

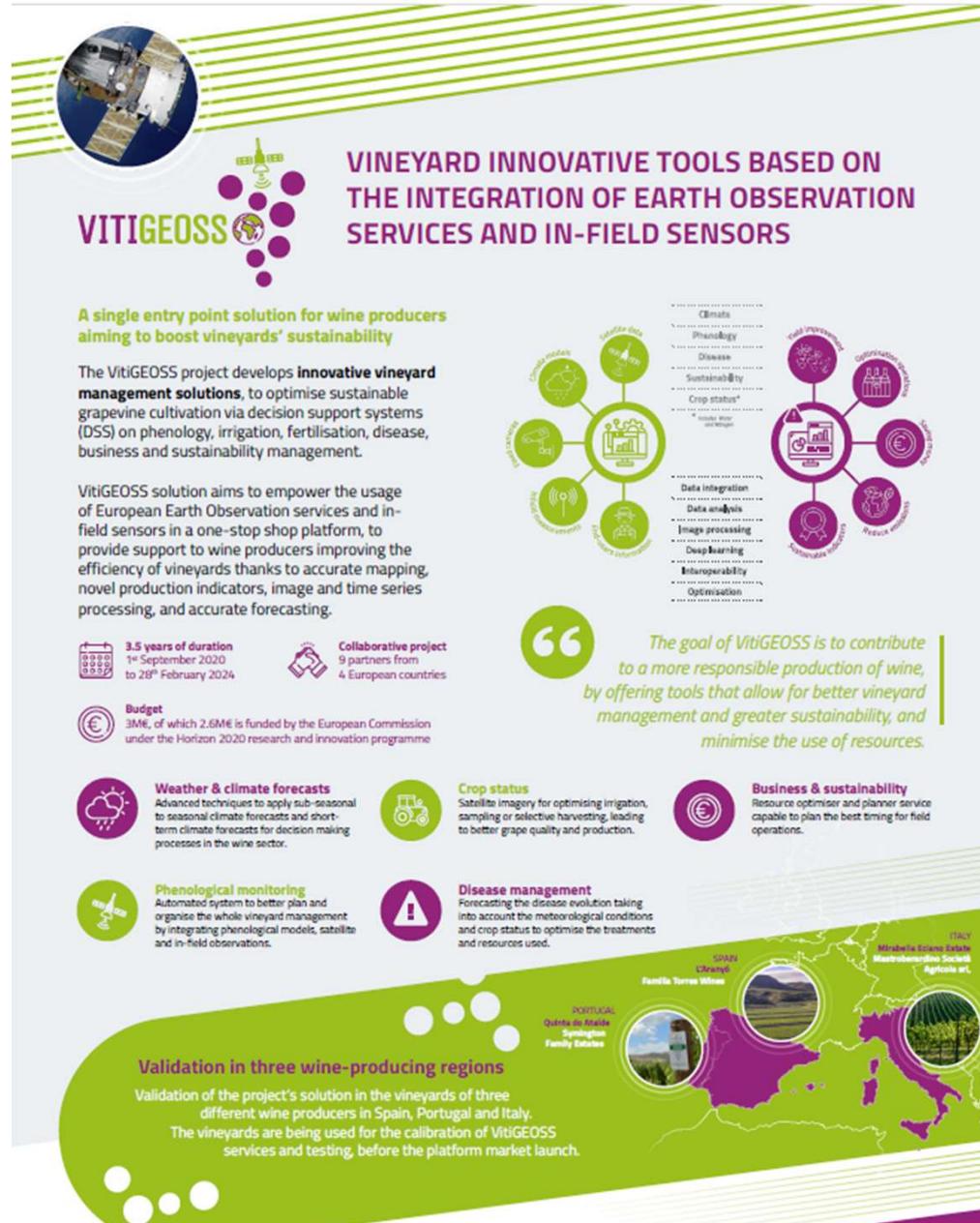
Fonte: projeto Biod' Agro, ISA.

# Ex. Analise, integração, processamento e envio da informação através de um Sistema de Apoio à Decisão (DSS) (EU project Innovine, 2013-16) (<https://www.agriciencia.com/>)



Os dados são extraídos dos sensores, carregados, armazenados e processados numa base de dados e por fim entregues num painel digital (“dashboard”), criado para visualizar e manipular os dados colhidos. Este painel digital é uma interface de utilizador em tempo real, fácil de ler, que mostra uma apresentação gráfica do estado atual e das tendências históricas, permitindo que decisões informadas em tempo real.

# Tecnologias integradoras: deteção remota via satélite + redes de sensores



**VITIGEOSS**

VINEYARD INNOVATIVE TOOLS BASED ON THE INTEGRATION OF EARTH OBSERVATION SERVICES AND IN-FIELD SENSORS

A single entry point solution for wine producers aiming to boost vineyards' sustainability

The VitiGEOSS project develops innovative vineyard management solutions, to optimise sustainable grapevine cultivation via decision support systems (DSS) on phenology, irrigation, fertilisation, disease, business and sustainability management.

VitiGEOSS solution aims to empower the usage of European Earth Observation services and in-field sensors in a one-stop shop platform, to provide support to wine producers improving the efficiency of vineyards thanks to accurate mapping, novel production indicators, image and time series processing, and accurate forecasting.

3.5 years of duration  
1<sup>st</sup> September 2020 to 28<sup>th</sup> February 2024

Collaborative project  
9 partners from 4 European countries

Budget  
3M€, of which 2.6M€ is funded by the European Commission under the Horizon 2020 research and innovation programme

**66**

The goal of VitiGEOSS is to contribute to a more responsible production of wine, by offering tools that allow for better vineyard management and greater sustainability, and minimise the use of resources.

**Weather & climate forecasts**  
Advanced techniques to apply sub-seasonal to seasonal climate forecasts and short-term climate forecasts for decision making processes in the wine sector.

**Crop status**  
Satellite imagery for optimizing irrigation, sampling or selective harvesting, leading to better grape quality and production.

**Business & sustainability**  
Resource optimiser and planner service capable to plan the best timing for field operations.

**Phenological monitoring**  
Automated system to better plan and organise the whole vineyard management by integrating phenological models, satellite and in-field observations.

**Disease management**  
Forecasting the disease evolution taking into account the meteorological conditions and crop status to optimise the treatments and resources used.

Validation in three wine-producing regions  
Validation of the project's solution in the vineyards of three different wine producers in Spain, Portugal and Italy. The vineyards are being used for the calibration of VitiGEOSS services and testing, before the platform market launch.

Spain: Familia Torres Wines  
Portugal: Quinta do Monte Sympathie Family Estates  
Italy: Mastroberardino Estate Mastroberardino Sogliani Agriola srl, Mastroberardino Sogliani Agriola srl



## 7. Aula Prática

- Uso de robôs em Viticultura – demonstração do funcionamento do robô VINBOT;
- Visita Vinha: observação rede de sensores instalados no ensaio Agrivoltaico