

FORMAÇÃO

TECNOLOGIAS DIGITAIS – INTRODUÇÃO À AGRICULTURA DE PRECISÃO (Iparte)

e-learning

Luis Alcino da Conceição

luis_conceicao@ipportalegre.pt



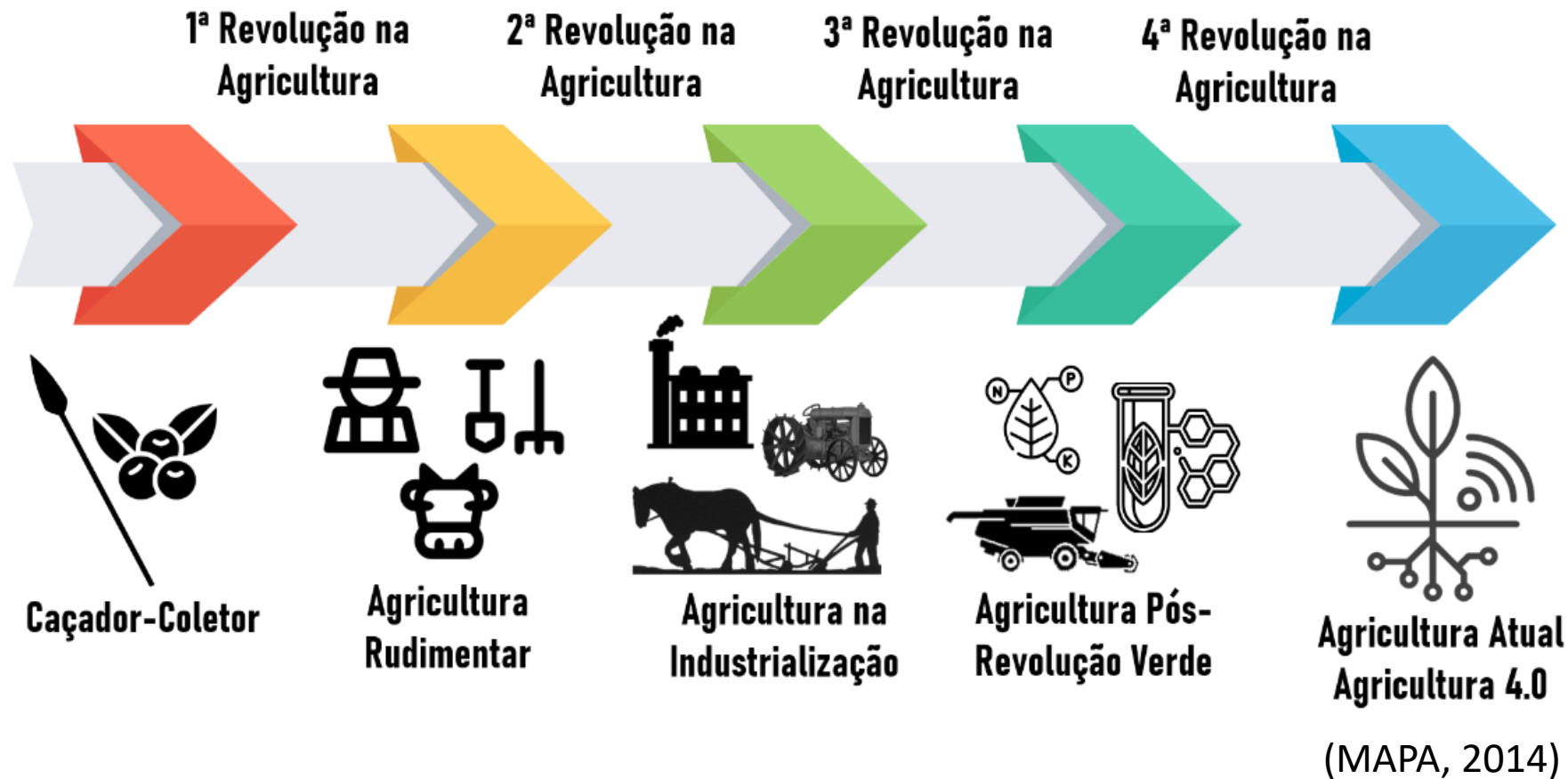
Resumo

- Dia 1:
 - Introdução ao conceito de Agricultura de Precisão (AP)
 - Instrumentos de GNSS e SIG aplicado à AP
 - Cartografia digital do solo
 - Delineamento técnico para amostragem inteligente e interpolação de dados
- Dia 2:
 - Deteção remota e índices vegetativos
 - Tecnologias sensoriais em mecanização para cartografia de produtividade
 - Tecnologias sensoriais para aplicação de productos em dose variável
 - Outras tecnologias 5G para apoio à Agricultura de Precisão
- Dia 3:
 - Discussão de casos práticos e abordagem económica da adoção de AP

Introdução/enquadramento ao conceito de Agricultura de Precisão (AP)



Da história da Agricultura



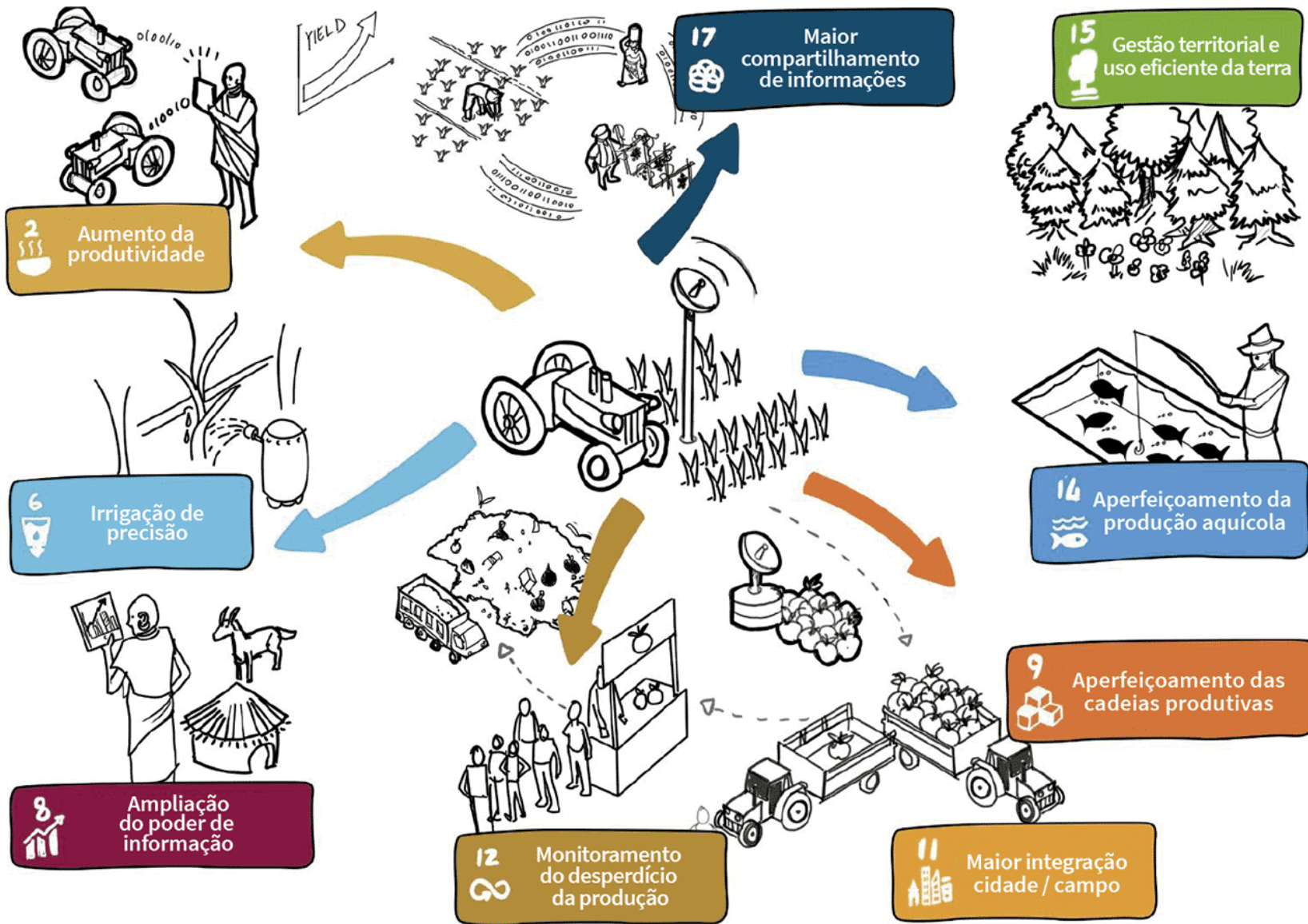


PORQUE PRECISA A
AGRICULTURA DA
TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

DESAFIOS VS
OPORTUNIDADES

Background Agenda 2030

Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015



(Embrapa ODS, 2015)

Quinze “major drivers” responsáveis pelas principais mudanças esperadas no âmbito dos sistemas alimentares no século XXI.

(FAO. 2017. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome. Cit Avillez, 2019. O futuro da alimentação, uma análise das tendências, mudanças e reflexões deste setor.)

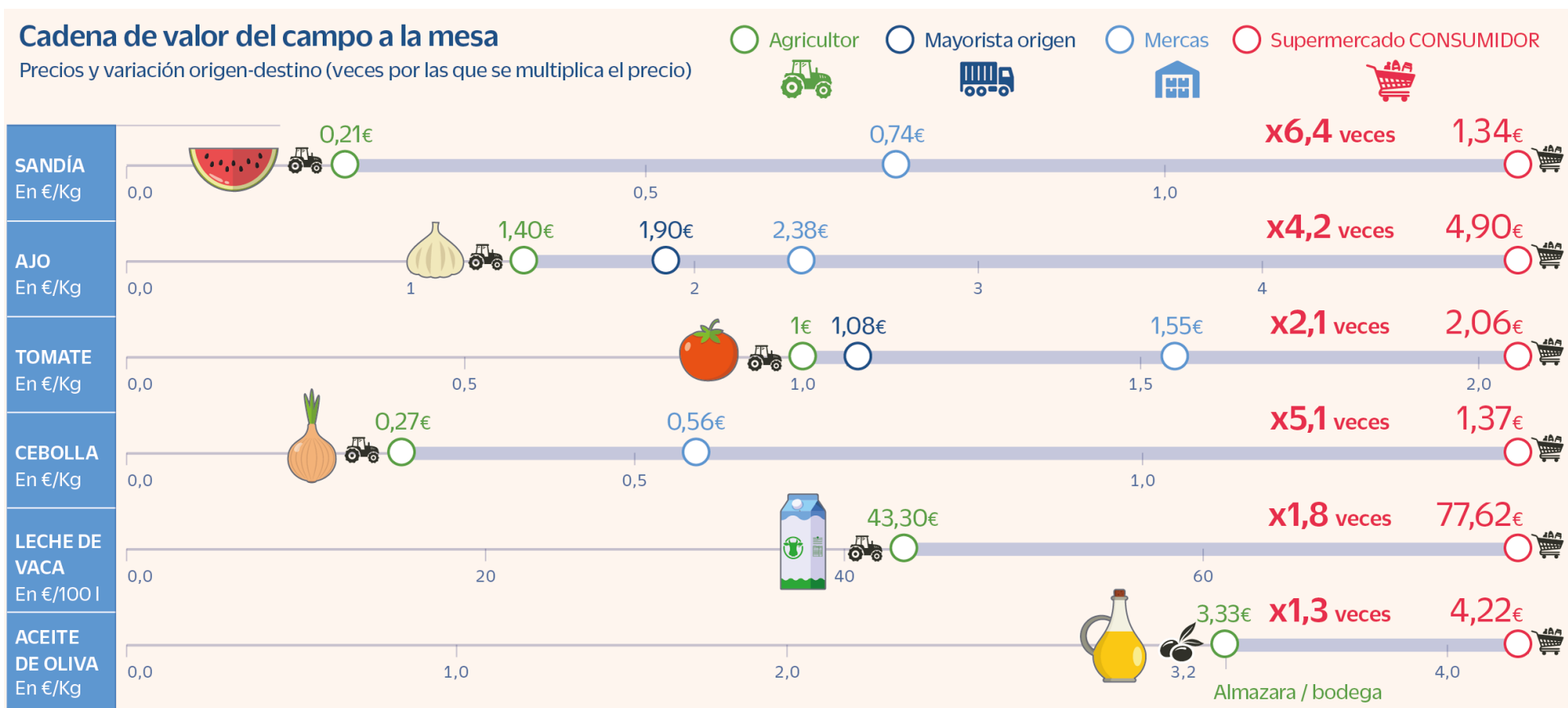
- Crescimento, urbanização e envelhecimento da população mundial;
- Concorrência no uso dos recursos naturais;
- Alterações climáticas;
- Perdas e desperdícios alimentares;
- **Regulamentação**
- Pandemias e conflitos internacionais - Ucrânia



Mercados \$\$

ASÍ SE DISPARA HASTA UN 500% EL PRECIO DE LOS ALIMENTOS EN ESPAÑA

La crisis energética y la sequía aumentan la tensión de la cadena de valor: agricultores, mayoristas y distribuidores se reconocen superados por el incremento en los costes de producción. Una tormenta perfecta que ha transformado a los productos más cotidianos en alimentos gourmet para los hogares españoles (Gabriela Lopez & Javier Roper, 22 set 2022)



Fuente: Observatorio de Precios y Mercados de la Junta de Andalucía

PORQUE PRECISA A AGRICULTURA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

ÍNDICE DE PREÇOS DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NO PRODUTOR (INE, 2023)

Período de referência dos dados	Produto agrícola	Índice de preços de produtos agrícolas no produtor (Taxa de variação mensal - Base 2015 - %) por Produto agrícola; Mensal
		Localização geográfica
		Portugal
		%
Dezembro de 2022	Produção de bens agrícolas (100000+130000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	-0,4
	Produção vegetal (010000 a 090000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	-1,2
	Produção animal (110000+120000)	1,5
Novembro de 2022	Produção de bens agrícolas (100000+130000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	3,0
	Produção vegetal (010000 a 090000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	3,2
	Produção animal (110000+120000)	2,4
Outubro de 2022	Produção de bens agrícolas (100000+130000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	1,4
	Produção vegetal (010000 a 090000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	-0,7
	Produção animal (110000+120000)	5,2
Setembro de 2022	Produção de bens agrícolas (100000+130000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	3,8
	Produção vegetal (010000 a 090000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	3,8
	Produção animal (110000+120000)	2,8
Agosto de 2022	Produção de bens agrícolas (100000+130000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	1,1
	Produção vegetal (010000 a 090000), incluindo frutos (060000) e vegetais e produtos hortícolas (040000)	1,2
	Produção animal (110000+120000)	0,4

Índice de preços de produtos agrícolas no produtor (Taxa de variação mensal - Base 2015 - %) por Produto agrícola; Mensal - INE, Índice de preços de produtos agrícolas (output)

Última atualização destes dados: 09 de março de 2023

PORQUE PRECISA A AGRICULTURA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

ÍNDICE DE PREÇOS DOS MEIOS DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA (INE, 2023)

Período de referência dos dados	Meio de produção na agricultura	Índice de preços dos meios de produção na agricultura (Taxa de variação homóloga - Base 2015 - %) por Meio de produção na agricultura; Mensal	
		Localização geográfica	
		Portugal	
		%	
Dezembro de 2022	Input total (input 1 e input 2)		13,5
	Bens e serviços de consumo corrente na agricultura (input 1)		13,5
	Bens e serviços de investimento (input 2)		13,5
Novembro de 2022	Input total (input 1 e input 2)		15,7
	Bens e serviços de consumo corrente na agricultura (input 1)		16,0
	Bens e serviços de investimento (input 2)		13,7
Outubro de 2022	Input total (input 1 e input 2)		20,5
	Bens e serviços de consumo corrente na agricultura (input 1)		21,3
	Bens e serviços de investimento (input 2)		14,0
Setembro de 2022	Input total (input 1 e input 2)		27,5
	Bens e serviços de consumo corrente na agricultura (input 1)		29,3
	Bens e serviços de investimento (input 2)		13,9
Agosto de 2022	Input total (input 1 e input 2)		30,7
	Bens e serviços de consumo corrente na agricultura (input 1)		33,0
	Bens e serviços de investimento (input 2)		13,8

Índice de preços dos meios de produção na agricultura (Taxa de variação homóloga - Base 2015 - %) por Meio de produção na agricultura; Mensal - INE, Índice de preços dos meios de produção na agricultura (input)

Última atualização destes dados: 09 de março de 2023

DRIVERS DOS FUTUROS SISTEMAS ALIMENTARES NA TRANSFORMAÇÃO DOS SISTEMAS PECUÁRIOS (World Economic Forum, 2018)

- **Mudança nos padrões de Procura**

Pelo uso de proteínas alternativas

Recurso a tecnologias de deteção para segurança alimentar, qualidade e rastreabilidade

Através da nutrigenética para programas de nutrição personalizada

- **Necessidade de promoção das Cadeias de Valor**

E- Commerce

Através da Big data e modelos de previsibilidade avançada

Internet das Coisas para maior transparência e rastreabilidade da cadeia de fatores de produção em tempo real

Rastreabilidade habilitada para blockchain

- **Upgrade dos Sistemas de Produção** pd

Com a Agricultura de Precisão para otimização do uso de fatores de produção e água

Com ferramentas de edição de genes (por ex. para sementes multicaracterísticas)

Com tecnologias assentes no microbioma - inoculantes para aumentar a resiliência das culturas por ex. às AC ou à emissão de GEE (metano)

Com o uso de IA na proteção de culturas de base biológica, a gestão inteligente de nutrientes do solo e da água, e a gestão de energias renováveis



Conceito de Agricultura de Precisão (AP)



A Agricultura de Precisão não é:

- Condicionada pela dimensão da exploração agrícola
- Exclusiva de uma determinada fileira
- Não é o milagre da produtividade nem sinónimo de instrumentos!



É um trabalho de equipa!



Requer
conhecimento de
base, atualização e
treino!



JOAQUIM BOTELHO DA COSTA
CARACTERIZAÇÃO
E CONSTITUIÇÃO
DO SOLO

7.ª edição





É um processo de análise
e gestão de dados que
requer pensar a forma
como se produz!

Precision Agriculture : Introduction



Precision agriculture is a modern farming approach that uses technology and data analysis to optimize crop production and increase yields while minimizing waste and reducing environmental impact. Precision agriculture incorporates a variety of technologies such as GPS, sensors, drones, and machine learning algorithms to gather and analyze data on soil health, weather patterns, and crop growth. This information is then used to make data-driven decisions regarding fertilization, irrigation, seed planting, and pest control, allowing farmers to optimize their resources and improve the overall efficiency of their operations. The ultimate goal of precision agriculture is to produce more food with fewer resources, reduce waste, and increase profitability for farmers while minimizing the impact on the environment.

Introdução à Agricultura de Precisão (conceito, perspectiva evolutiva)

About Precision farming,

1993 - North Central Regional Committee on Site-Specific Management (NCR180)

The State of Site-Specific Management for Agriculture

Published by: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America

Site-specific management (SSM) for agriculture is the management of soils and crops according to localized conditions within a field. (F.J. Pierce and E.J. Sadler. 1997)

Precision agriculture (PA) or satellite farming or site specific crop management (SSCM) is a farming management concept based on observing, measuring and responding to inter and intra-field variability in crops. The goal of precision agriculture research is to define a decision support system (DSS) for whole farm management with the goal of optimizing returns on inputs while preserving resources (Alex McBratney, 2003)

Precision agriculture is now 'main stream' in agriculture and is playing a key role as the industry comes to terms with the environment, market forces, quality requirements, traceability, vehicle guidance and crop management (John Stafford, 2013)

Precision Agriculture (PA) concept (definição oficial em língua portuguesa - Portugal)

<https://www.ispag.org/about/definition> (Braga et al., 2019)

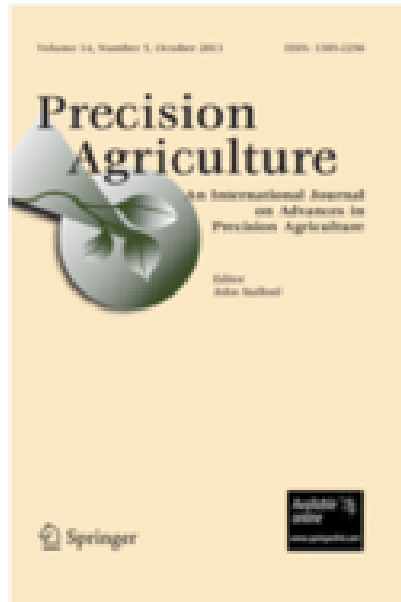
- *Full Definition:*

Agricultura de Precisão é uma estratégia de gestão que reúne, processa e analisa dados temporais, individuais e espaciais e os combina com outras informações para apoiar as decisões de gestão de acordo com a variabilidade estimada para melhorar a eficiência no uso de recursos, produtividade, qualidade, rentabilidade e sustentabilidade da produção agropecuária

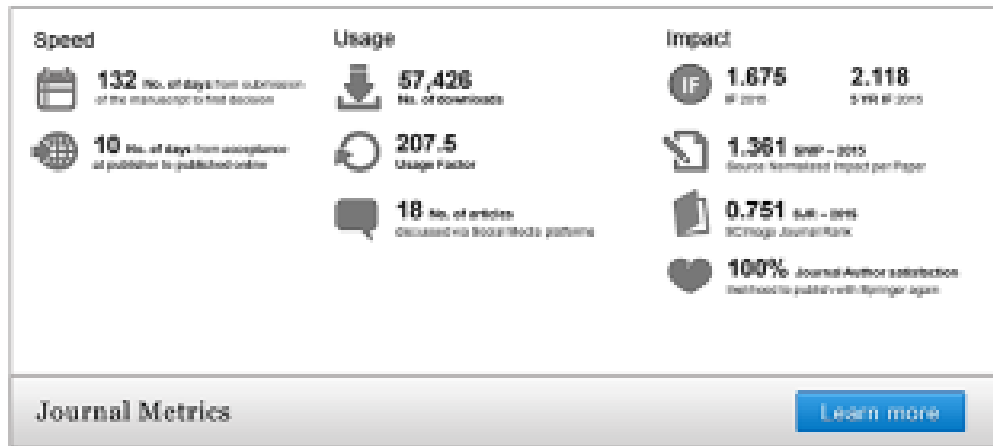
- *Succinct Definition*

Agricultura de Precisão é uma estratégia de gestão que considera a **variabilidade temporal e espacial** para melhorar a sustentabilidade da produção agrícola.

Previous research topics and crops (ex of PA journal)

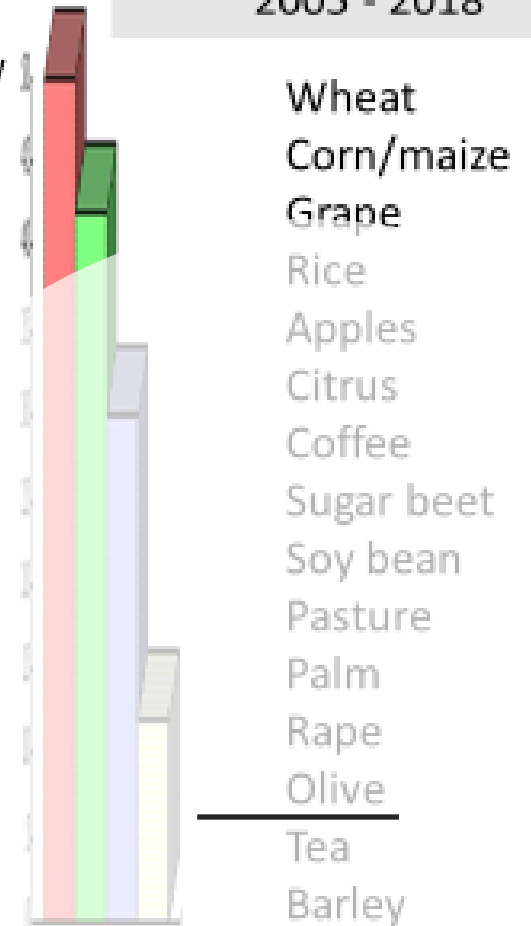


Tópicos publicados entre 2011 - 2014



Remote sensing
 Crop soil Spatial Variability
 Crop yield
 N applications
 Disease
 VRT
 Crop Sensors
 Math. modelling
 Management zones
 Soil Ec
 GPS/Guidance
 Image analysis
 Weed detection
 Geostatistics
 Wireless sensors
 PA adoption
 Soil sensors

Principais culturas entre 2005 - 2018



Tópicos em Olivicultura de Precisão (PA journal)

Include Preview-Only content

Refine Your Search

Content Type

Article	56
---------	----

Discipline

Life Sciences	56
---------------	----

Subdiscipline

Agriculture	56
Atmospheric Sciences	56
Remote Sensing/Photogrammetry	56
Soil Science & Conservation	56
Statistics for Engineering, Physics, Computer Science, Chemistry and Earth Sciences	56

Language

English	56
---------	----

56 Result(s) for 'olive'

You are now only searching within the Journal
Precision Agriculture
STOP searching within this Journal

sort By **Relevance** Newest First Oldest First **Date Published** Page 1 of 3

Article

Spray and economics assessment of a UAV-based ultra-low-volume application in olive and citrus orchards

Automation is a new frontier in specially agriculture equipment. Specifically, unmanned aerial vehicles (UAV), machine vision and robotics will increasingly appear in sustainable agricultural systems. The use of ...
Jorge Martínez-Guanter, Pablo Agüera, Juan Agüera... in *Precision Agriculture* (2020)

Article

Predicting leaf nitrogen content in olive trees using hyperspectral data for precision agriculture

Olive orchard is one of the main crops ... (N) is the main limiting factor of olive trees after water and its quantification is ... the present study, N status of an olive orchard located in Carmonita (southwest ...
Judit Rubio-Delgado, Carlos J. Pérez, Miguel A. Vega-Rodríguez in *Precision Agriculture* (2021)

Article

Assessing the accuracy of NRTK altimetric positioning for precision agriculture: test results in an olive grove environment in Southeast Spain

Soil erosion modeling in olive groves requires precise and accurate spatial data ... active network and its application in a test olive grove in SE Spain for soil erosion ... implemented at several test sites dis...
M. S. Garrido, M. C. de Lacy, M. I. Ramos, M. J. Borque, M. Susi in *Precision Agriculture* (2019)

Article Open Access

Quantification of dwarfing effect of different rootstocks in 'Picual' olive cultivar using UAV-photogrammetry

Hedgerow orchard is an olive growing system where trees are planted at... compared to the traditional density of olive orchards (usually 50 to 160 trees ha⁻¹...). It is dominating a great proportion of new pla...
Jorge Torres-Sánchez, Raúl de la Rosa, Lorenzo León... in *Precision Agriculture* (2022)

» Download PDF (1749 KB) » View Article

Article Open Access

Optimization of agrochemical application in olive groves based on positioning sensor

Typically, agrochemicals are applied to olive trees uniformly within a whole orchard without ... resulting from a spray treatment applied to Spanish olive trees and to design an automated control...
M. Pérez-Ruiz, J. Agüera, J. A. Gil, D. C. Slaughter in *Precision Agriculture* (2011)

» Download PDF (398 KB) » View Article

Article

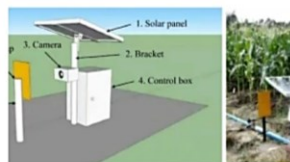
Spatial distribution of water status in irrigated olive orchards by thermal imaging

Latest articles

Automatic monitoring of flying vegetable insect pests using an RGB camera and YOLO-SIP detector

Qingwen Guo, Chuntao Wang ... Qiong Huang

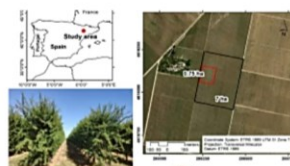
OriginalPaper | Published: 02 September 2022



Satellite multispectral indices to estimate canopy parameters and within-field management zones in super-intensive almond orchards

L. Sandonís-Pozo, J. Llorens ... J. A. Martínez-Casasnovas

OriginalPaper | Open Access | Published: 30 August 2022



Sensores

...

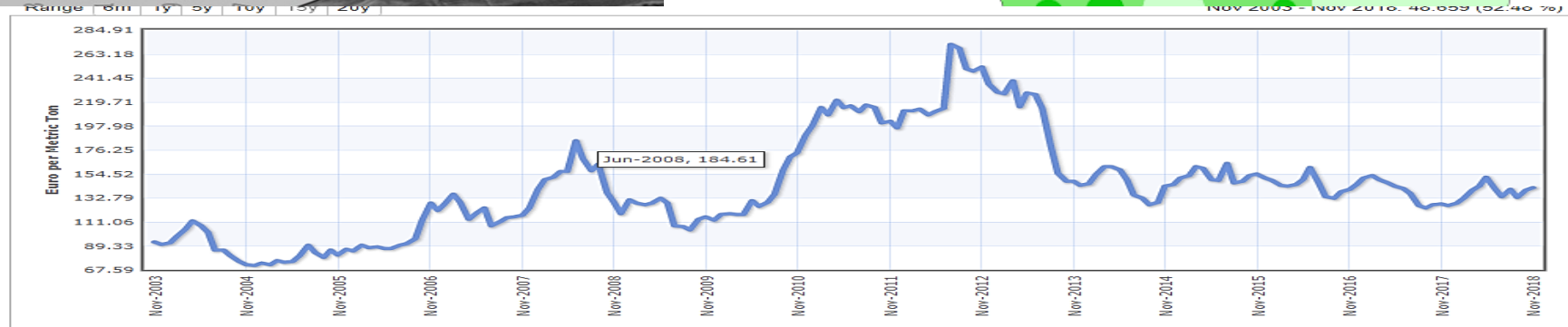
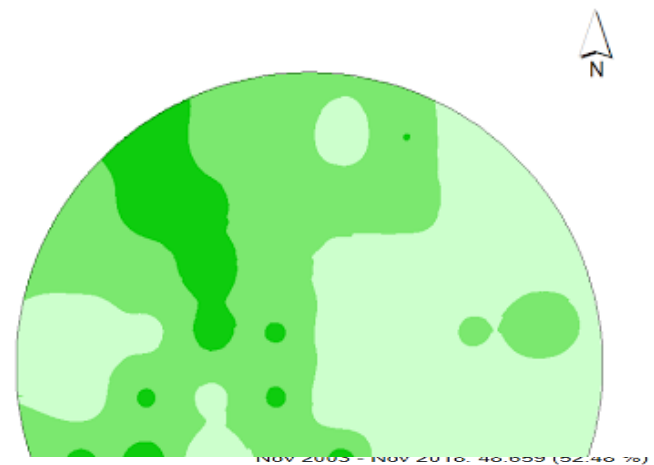
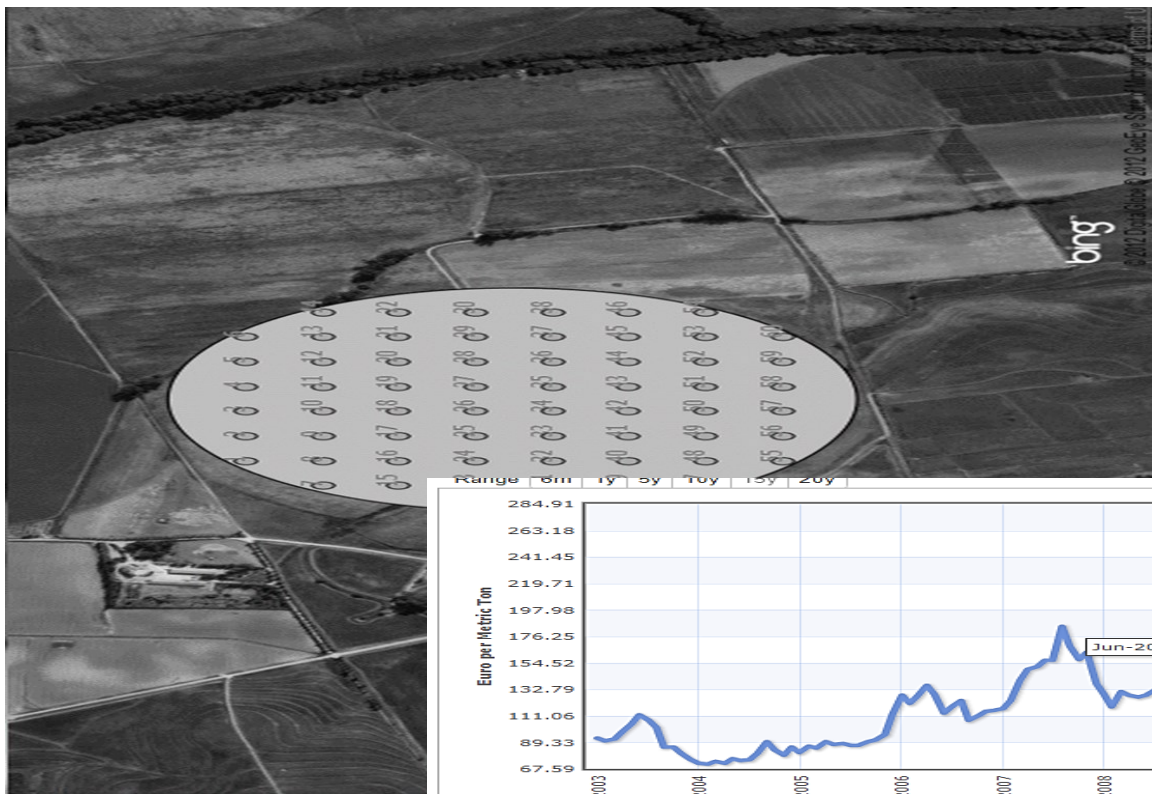
Data Type	Sensor Type
Soil moisture and temperature	Ground sensors
Soil color	UAV sensors
Environmental humidity and temperature	Ground sensors or UAV sensors
Leaf-wetness	Ground sensors or UAV sensors
Electric conductivity	Electrochemical sensors
Wind speed and direction	Weather stations
Barometric pressure	Weather stations
Carbon dioxide	Electrochemical sensors
Ph value	Electrochemical sensors
Light intensity	Weather stations or Ground sensors
Solar radiation	Weather stations or Ground sensors
Rainfall	Weather stations
Size of crops	UAV sensors
Shape of crops	UAV sensors
Thickness of plant stem	UAV sensors
Latitude, longitude and altitude of the plants	Location sensors

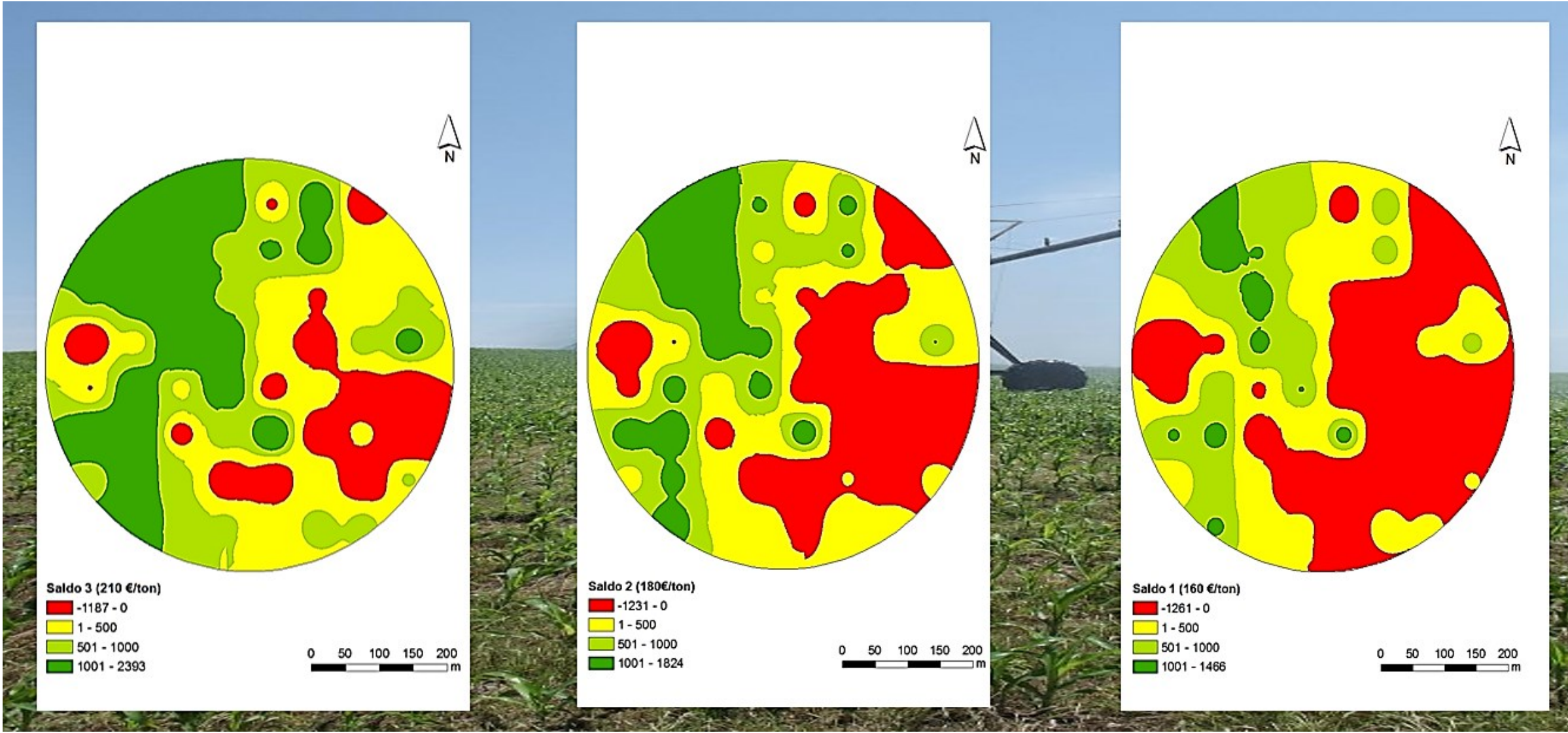
Diferentes
abordagens do uso
da AP: “Todo VS
Segmentado”



Todo

(ex) Cultura do Milho...um caso de estudo de produtividade e conta de cultura (2008)





-----79 %-----

-----45 %-----

-----38%-----

Segmentado (exs – vinha e olival de precisão)

Precision viticulture in Portugal

The beginning of a process (2001 - 2002)

Projeto Winemap (2005 - 2008)





Através de la Olivicultura de Precisión, se pretende (Best, 2013)

- Variabilidad edáfica mediante escaneos de suelo (EM38), y de cultivo (crop circle y imágenes aéreas multiespectrales) durante la estación, las que suman a la determinación del rendimiento (Monitor de rendimiento) , contenido graso y tamaño de fruta hacia fin de temporada (Sistemas No Destructivos).
- Técnicas de sensoramiento (termografía en el infrarrojo lejano), lo cual esta asociado al desarrollo de coeficientes de estrés hídrico.
- Técnicas estimación de rendimiento y medición digital (visión artificial) de crecimiento de frutos.
- Evaluar económicamente la relación costo/beneficio, o del impacto económico potencial del uso de esta tecnología, en la olivicultura nacional.

Adoção /ciclo da Agricultura de Precisão (AP)



Adoção e Ciclo da AP



Compilação de dados- (Análise preparatória)

Compilação de dados- (Ciclo de produção)

Compilação dos dados- (Análise preparatória)

Meteorologia

Da Parcela

MDT
MDS

Solo

Técnica

Conductividade
elétrica do solo

Física do solo

Química do solo

Biologia do solo

Da Cultura

“Mapa de produtividade”

“Mapa de qualidade”

Processamento e interpretação dos dados

Variação vs
variabilidade
espacial

Compilação dos dados - (Ciclo de produção)

Meteorologia

Técnica(s)



Deteção Remota
(aérea)

Imagens de satélite
Imagens de drone

Da Cultura

Da Planta

Sensórica *in situ*

Robótica

Do solo



Teor de humidade

Evapotranspiração

Variação vs
variabilidade
espacial e temporal

Dendrómetro, sensor fluxo seiva, humidade na folha, temperatura da folha/fruto

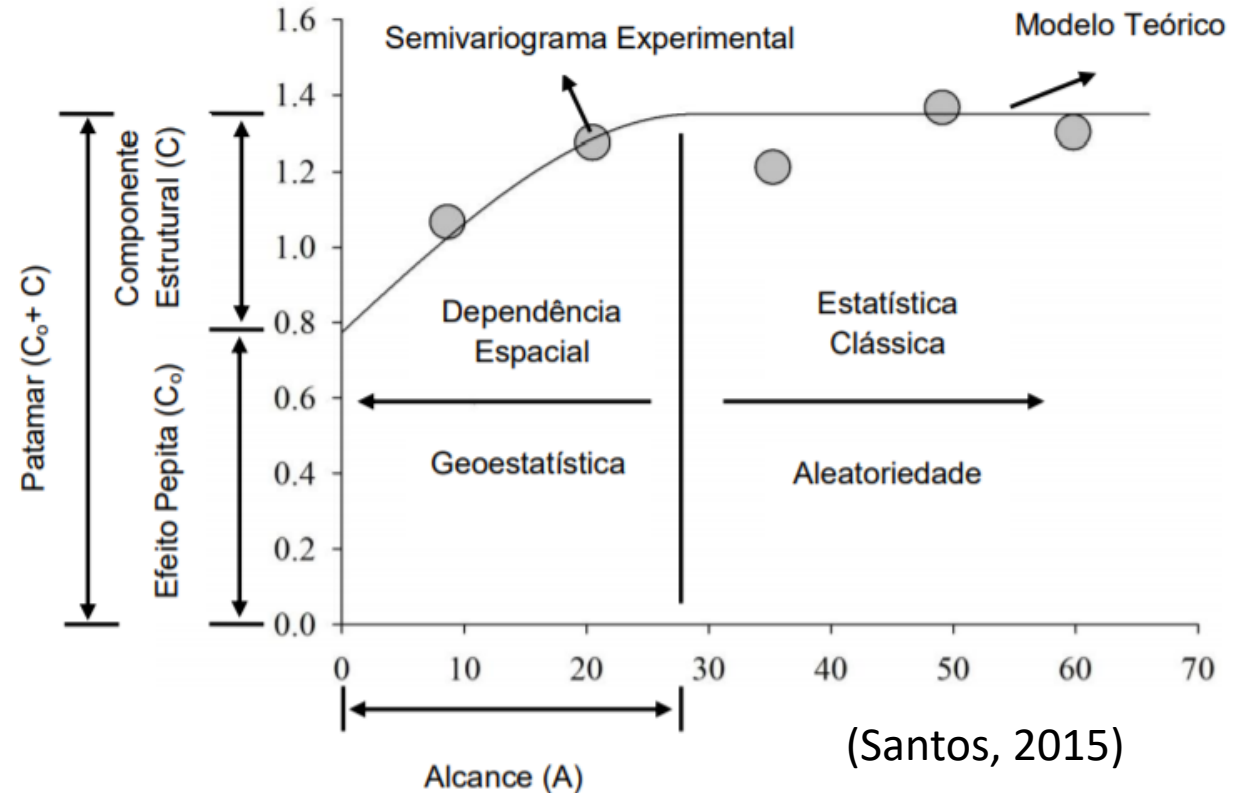
Sensors for measuring plant phenotyping: A review (Qiu et al., 2018)

Processamento e interpretação dos dados

(Variabilidade espacial)

O objetivo é avaliar e comparar a variabilidade espacial de dados de colheita num período de tempo com os atributos químicos do solo (Grego et al., 2009).

A variabilidade da produtividade das culturas tende a acompanhar a do solo, por isso, torna-se necessário conhecer a relação espacial entre elas



https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/8265/1/tese_9397_Dissertacao-Eduardo.pdf

Output!! – Quando os dados se convertem em informação!

“Mapa de produtividade”

Vision-Based Preharvest Yield Mapping for Apple Orchards (Roy et al., 2018)

Using Worldview Satellite Imagery to Map Yield in Avocado (Persea americana): A Case Study in Bundaberg, Australia (Robson et al., 2017)

“Mapa de qualidade”

Spatial variation in yield and quality in a small apple orchard (Aggelopoulou et al., 2009)

Mapa de infestantes

Spatial and Temporal Distribution of Ecballium elaterium in Almond Orchards (Blank et al., 2019)

UAV-Based Crop and Weed Classification for Smart Farming (Lottes et al., 2017)

Mapa de pestes e doença

Spatial distribution of homopteran pests and beneficial insects in an orchard and its connection with ecological plant protection (Kozár et al., 2004)



Output!! – Dados e informação!



- 22051998



Instrumentos de GNSS e SIG aplicado à AP



GNSS - Global Navigation Satellite System

Sistema de Navegação por Satélite



Dados X local geográfico



GNSS

Georreferenciação é o processo de localizar geograficamente determinado objeto no espaço, num sistema de referência através de coordenadas.

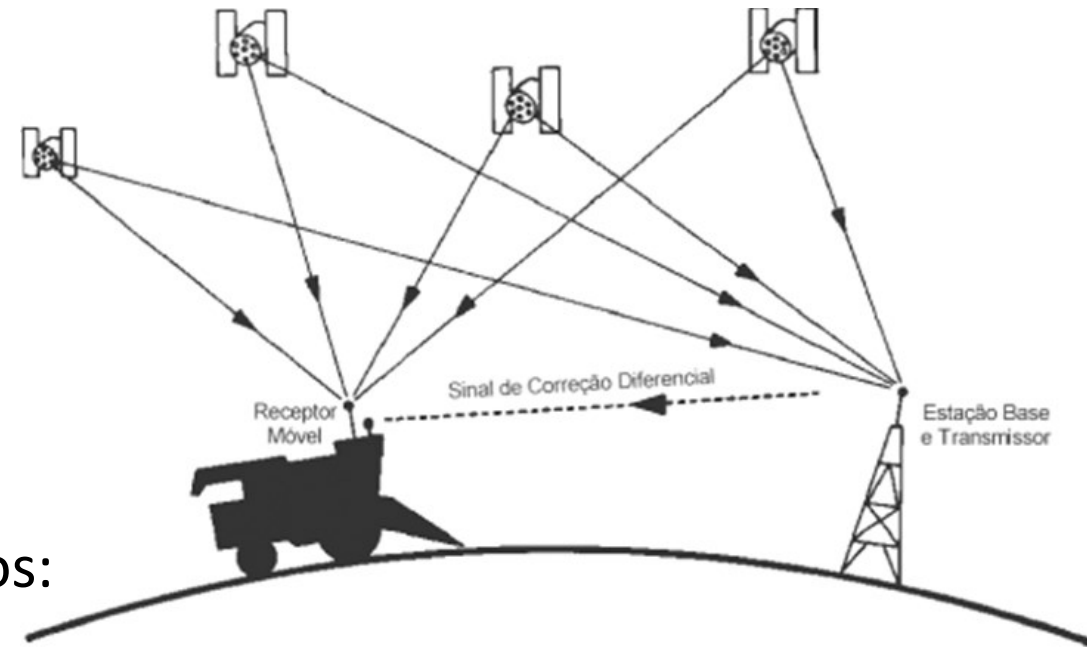
Sistemas de Navegação Global por Satélite (GNSS)

O sistema GPS considera-se dividido em 3 segmentos:

- O **segmento espacial**, composto pelos satélites
- O **segmento de controlo**, composto por uma rede terrestre de estações de rastreio que monitorizam suas transmissões, realizam análises e enviam comandos e dados para a constelação.
- O **segmento dos utilizadores** (interfaces)

RENEP <https://resep.dgterritorio.gov.pt/>

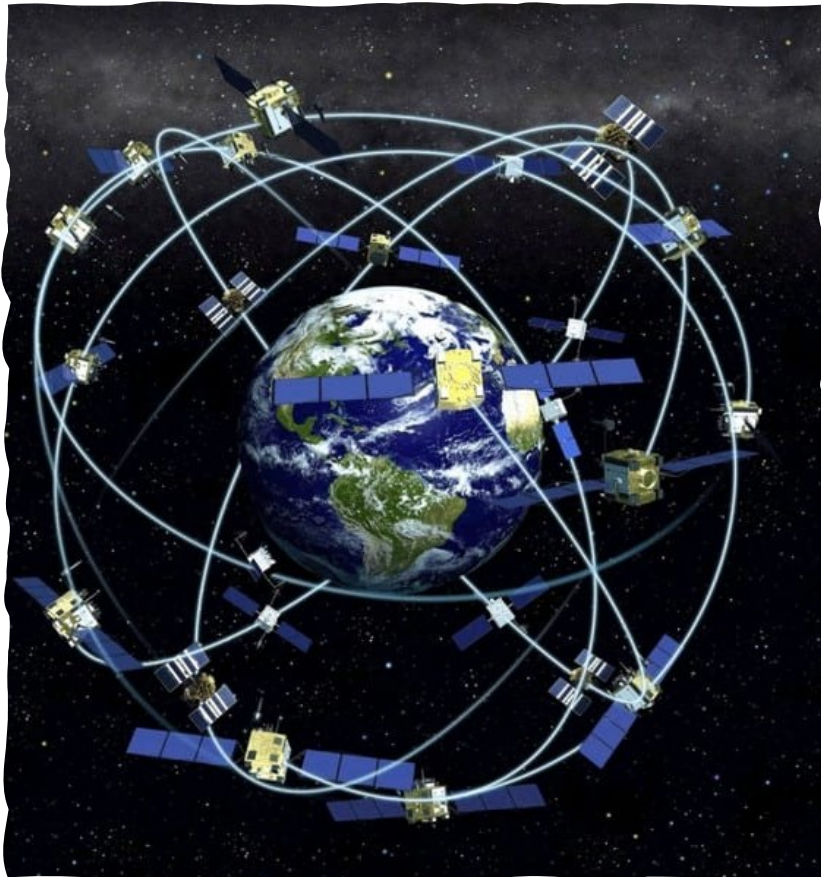
Rede Servir <https://www.igeoe.pt/index.php?id=25&cat=servir>



Funcionamento do GPS (adaptada de MORGAN & ESS, 1997).

Segmento espacial

(Global Navigation Satellite System – GNSS)



São sistemas que estabelecem o posicionamento geoespacial autónomo através do uso de satélites artificiais

A precisão da localização é dada conforme a técnica de posicionamento utilizada

Exemplos de constelações:

GPS (USA) 31 satélites

GLONASS (Rússia) 24 satélites

Galileo (Europa) 30 satélites

Compass ou Beidou (China) 35 satélites

<https://www.youtube.com/watch?v=6oEcc58tEiA&t=62s>

Monico, J.G. (2008). *Posicionamento GNSS*. descrição, fundamentos e aplicações. [S.l.]: UNESP

Como funciona o GNSS (conceito de trilateração)

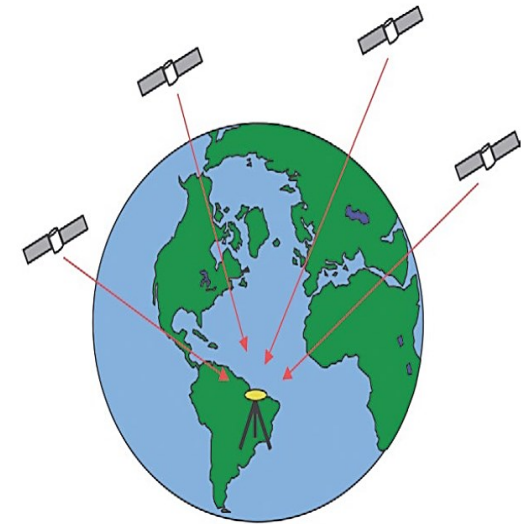
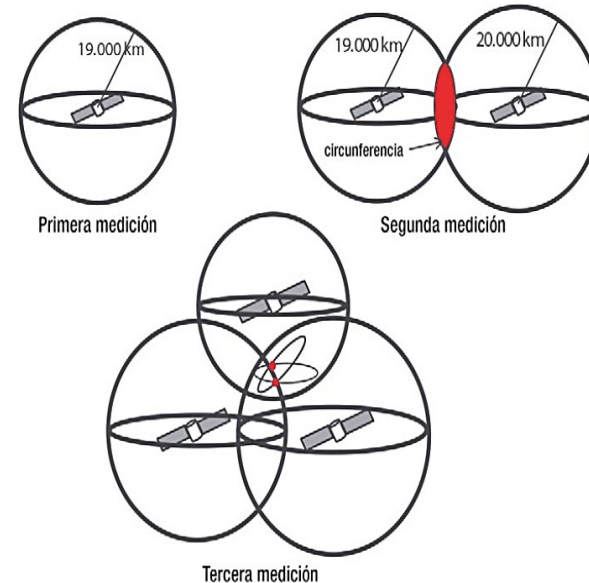
- <https://www.youtube.com/watch?v=KTmUGf3P3ag>



Como funciona um Sistema de GNSS (conceito de trilateração)

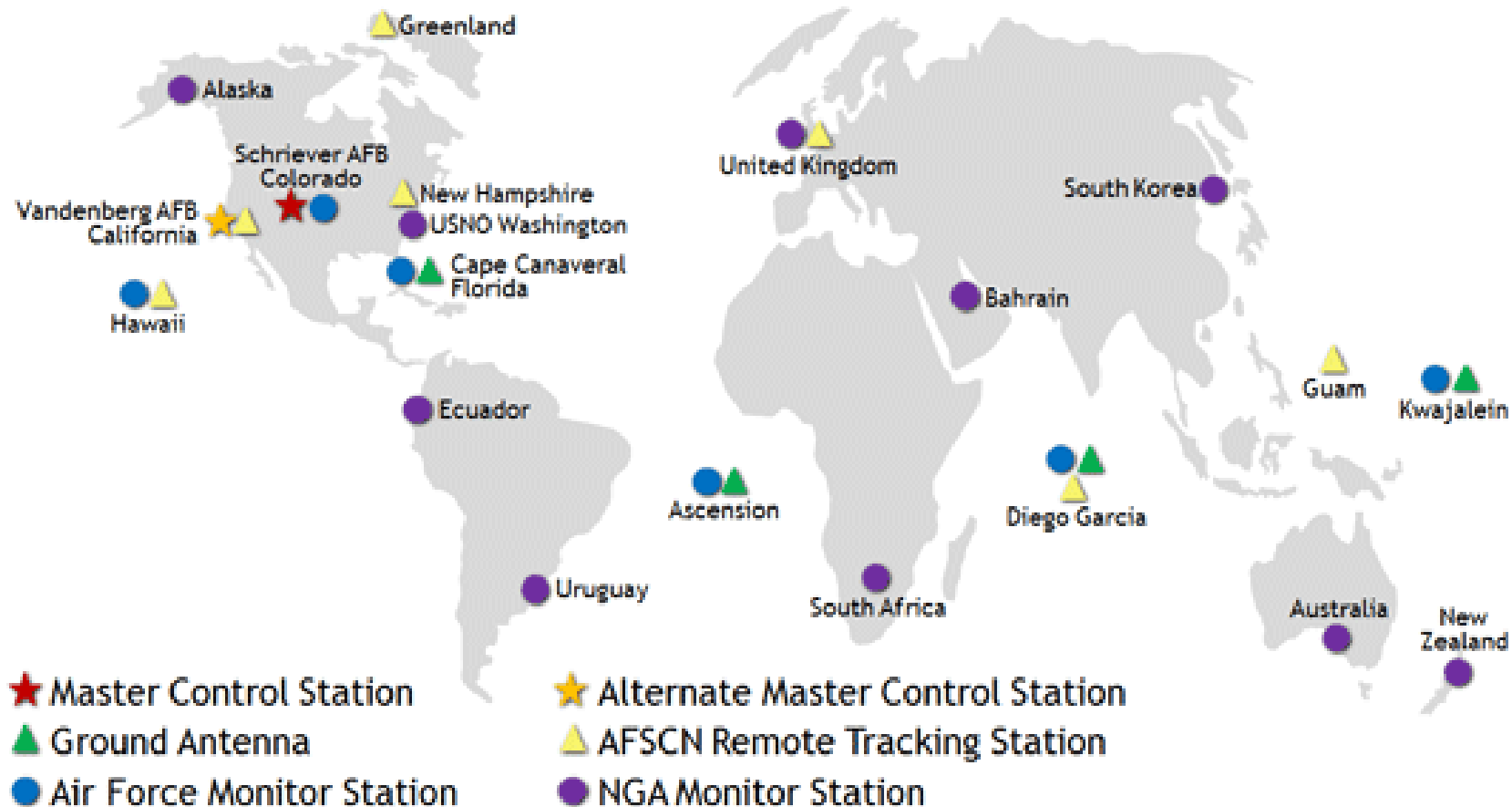
O Sistema de Navegação através dos recetores converte os sinais dos satélites em estimativas de posição, em função da velocidade e tempo.

Um sistema GPS (Global Positioning System) requer um mínimo de quatro satélites para determinar a posição precisa de um recetor. Isto acontece porque cada satélite GPS transmite informações de tempo e localização, sendo que o recetor precisa receber sinais de pelo menos quatro satélites para calcular a sua posição precisa em três dimensões (latitude, longitude e altitude). No entanto, a maioria dos sistemas GPS modernos recebe sinais de mais de quatro satélites para melhorar a precisão e confiabilidade do cálculo de localização.



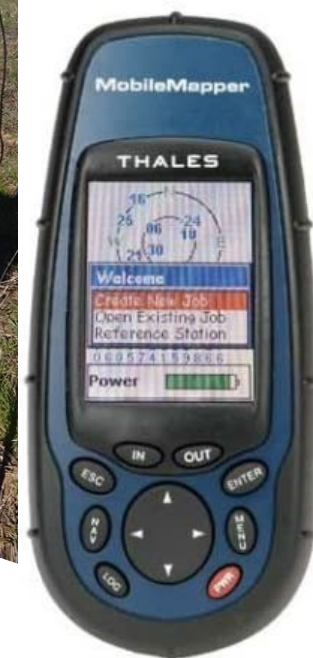
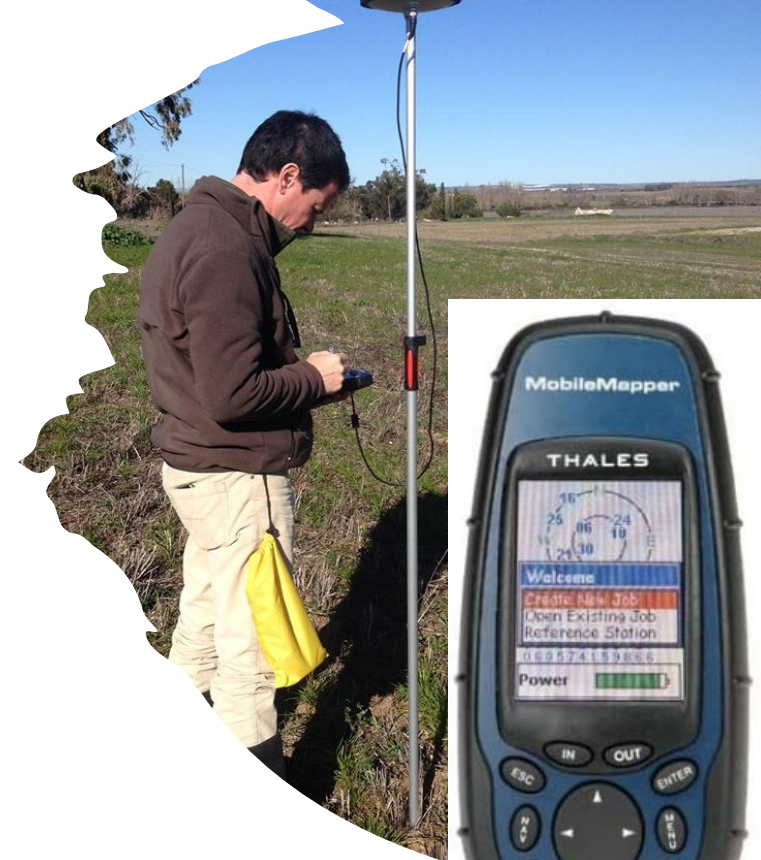
O quarto satélite fornece o tempo de transmissão do sinal, que é usado para calcular a distância entre o recetor e o satélite. Com informações de quatro satélites, o recetor pode calcular a sua posição precisa em três dimensões, incluindo altitude.

GNSS Segmento de control



Segmento do utilizador

- Consiste em recetores e processadores de rádio de banda L e antenas que recebem sinais de GNSS, determinam pseudodistâncias (distância calculada entre um satélite de uma constelação GNSS e o aparelho recetor) e resolvem as equações de navegação para obter as suas coordenadas e fornecer um tempo muito preciso.
- Pode ser apoiado por Estações de Referencia para a correção em tempo real da posição por pós-processamento do sinal obtido



Tipos de recetores:

- **Topográficos**

Marcação de pontos, linhas ou polígonos

Precisão milimétrica ou centimétrica

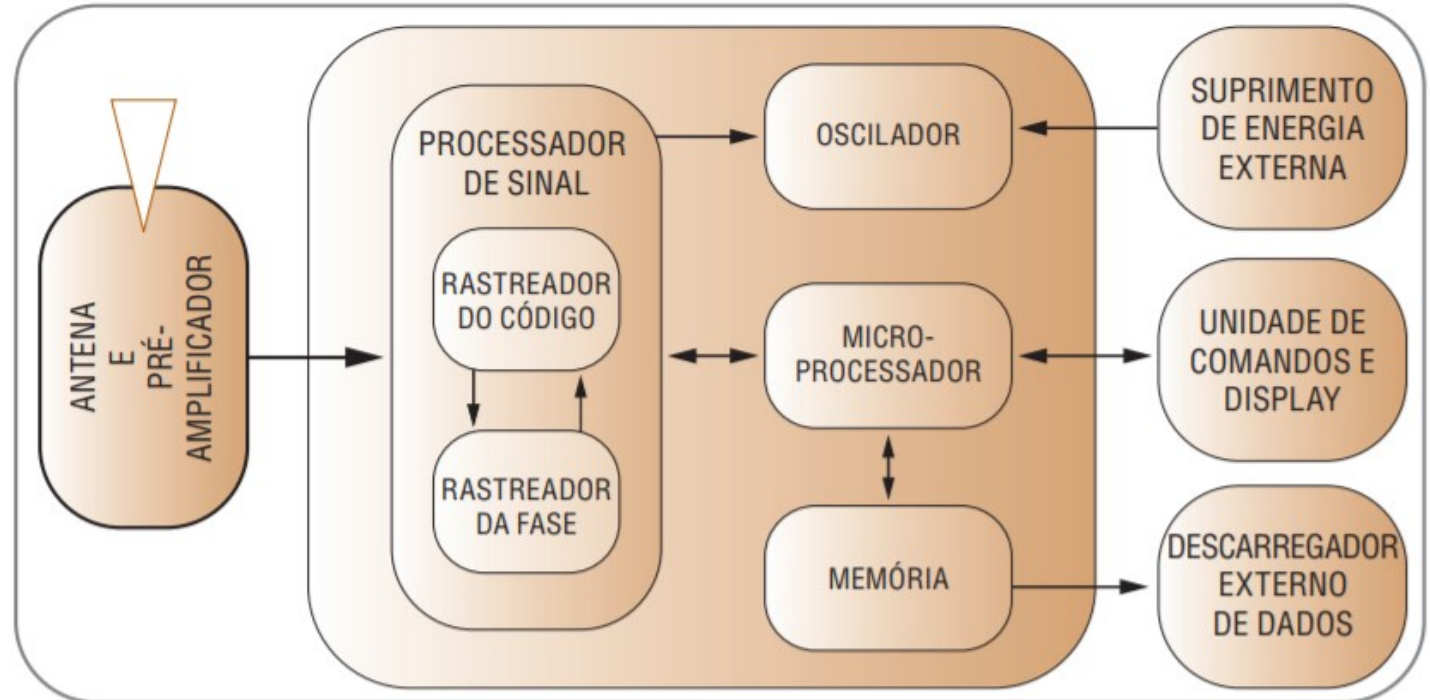
- **Navegação**

Marcação de rotas condução em trajetos, orientação

Precisão submétrica (centimétrica)

Recetor, constituição (Seeber, 1993)

- Antena com pré-amplificador;
- Seção de radiofrequência para identificação e processamento do sinal;
- Microprocessador para controle do recetor, amostragem e processamento dos dados
- Oscilador (circuito eletrónico que produz um sinal eletrónico repetitivo, frequentemente uma onda senoidal)
- Interface para o usuário, painel de exibição e comandos
- Bateria
- Memória para dados

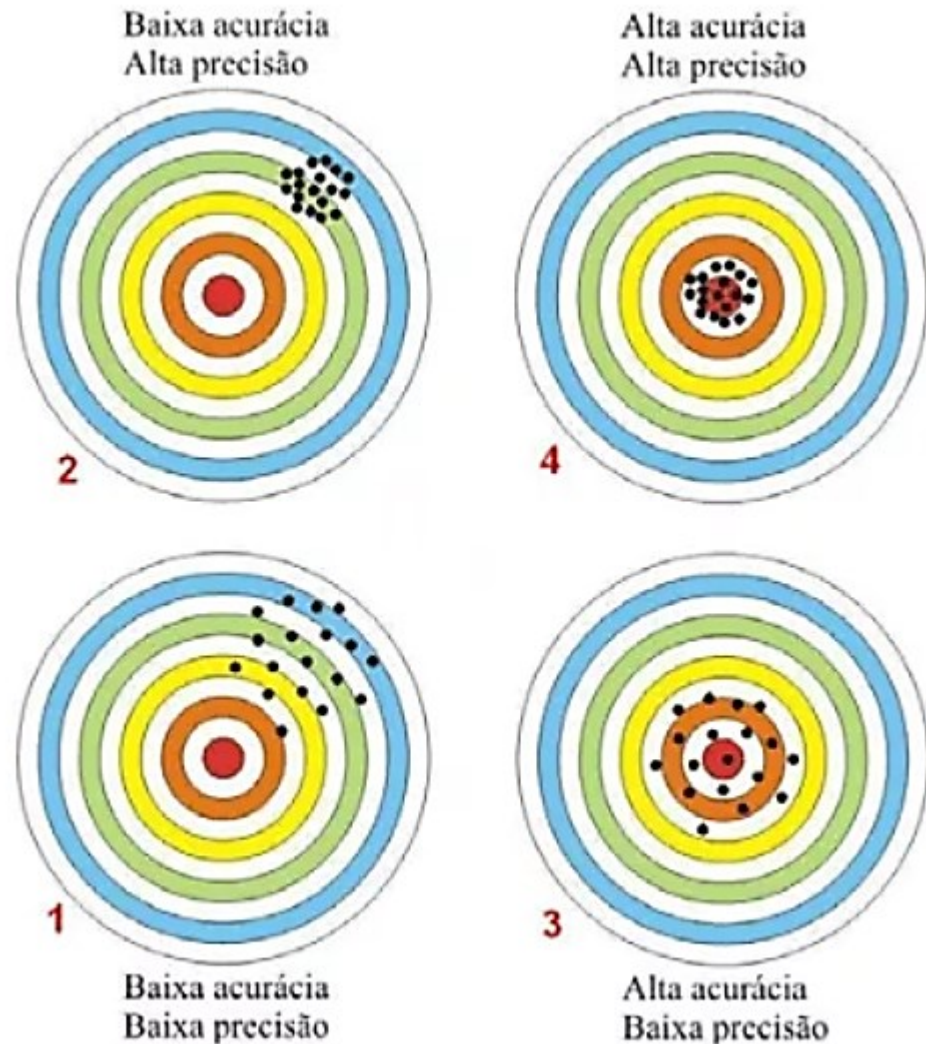


Principais operações (pontos, linhas e polígonos):

- Armazenar coordenadas extraídas de um documento cartográfico, de um relatório ou obtidas pela leitura direta de sua posição;
- Combinar pontos formando rotas que, quando ativadas permitem que o receptor analise os dados e informe, por exemplo, o tempo; horário provável de chegada e distância até o próximo ponto; horário do nascer e do pôr-do-sol; rumo que se deve manter para chegar ao ponto de interesse;
- Levantar pontos no modo contínuo definindo os caminhos percorridos pelo usuário

(A posição da antena do receptor GPS determina a posição que identifica o ponto no terreno o qual se deseja obter as coordenadas)

Precision & Accuracy



A **precisão** é o nível de consistência ou reprodutibilidade das medições, enquanto a **exatidão** é o quão próximo uma medição está do valor verdadeiro ou correto. Tanto a precisão quanto a exatidão são importantes na pesquisa científica e em outras áreas que dependem de medições e análise de dados.

Na imagem 1 os dados estão dispersos, ou seja, possuem baixa precisão. Os mesmos também estão distantes do centro, o que significa que possuem baixa exatidão.

Na imagem 2 os dados estão próximos um do outro (possuem um desvio padrão baixo), ou seja, possuem alta precisão. Porém, não estão no centro do alvo, o que significa que possuem baixa exatidão.

Na imagem 3 os dados estão dispersos, o que significa que possuem baixa precisão, porém, encontram-se no centro do alvo, o que significa que possuem alta exatidão.

Já na imagem 4 os dados estão próximos um do outro (possuem um desvio padrão baixo). Ou seja, possuem alta precisão e estão no centro do alvo o que significa que possuem alta exatidão.

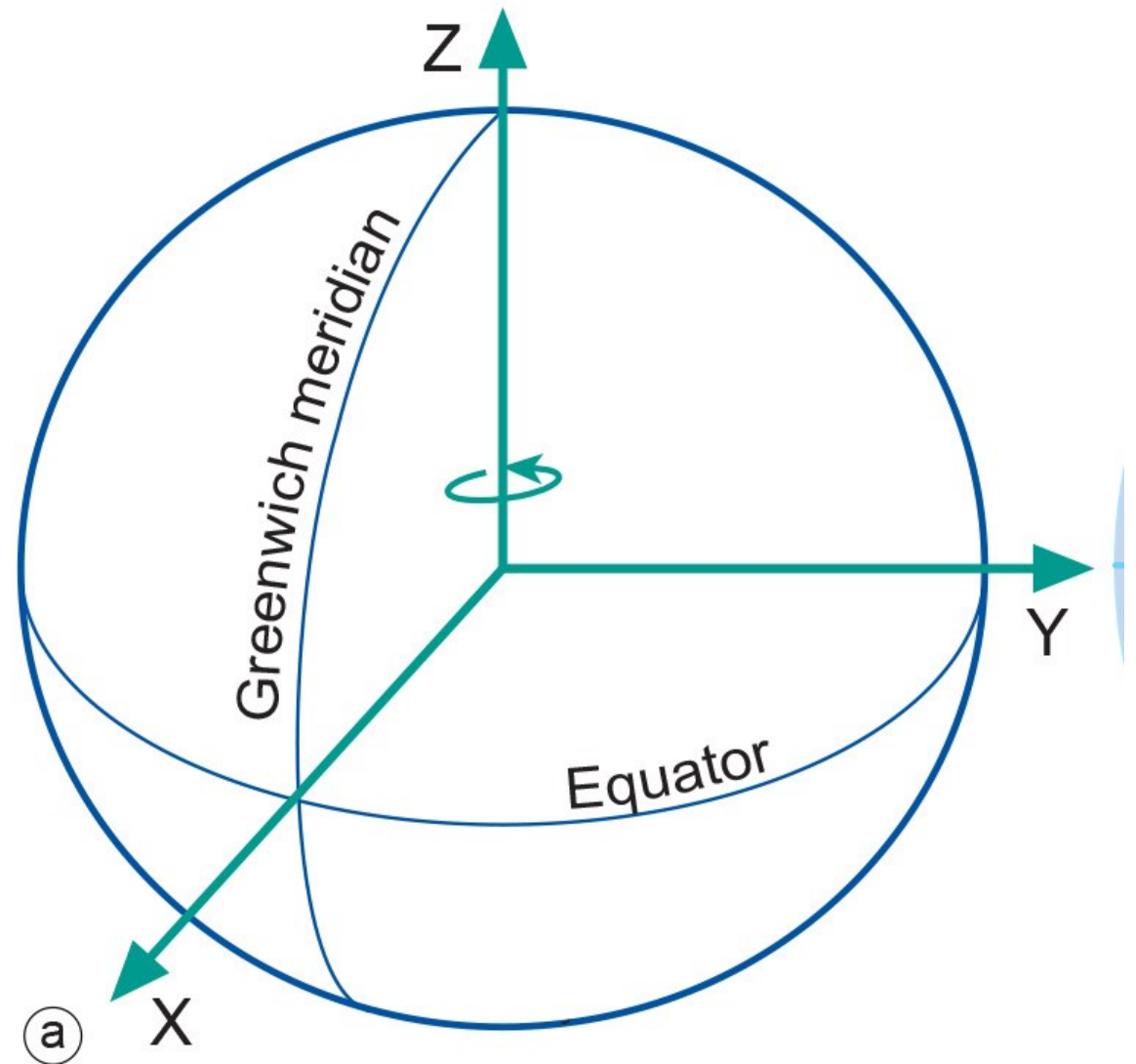


Calibrações (settings)

- Número de satélites
- Datum
- Sistema de coordenadas
- DOP (Dilution of Precision)

Datum VS Coordenadas

- O datum é um modelo que inclui informações sobre o elipsoide de referência (ou seja, a forma da Terra) e a posição do centro do elipsoide em relação ao centro da Terra.
- Em Portugal Continental o **Datum 73 (Substituído pelo sistema PT-TM06-ETRS89)**
- o sistema de coordenadas é um conjunto de regras que define como as coordenadas de um objeto são expressas em um sistema de referência ex. como o sistema de coordenadas cartesianas X, Y, Z; ou em um sistema de coordenadas geográficas como a latitude e a longitude
- Em Portugal **Sistema Hayford-Gauss**



DOP - Dilution of Precision

- DOP significa Dilution of Precision, que é uma medida da qualidade do sinal GPS e seu efeito na precisão da posição do recetor GPS. O DOP é calculado pelo recetor GPS e é uma relação entre os erros nos sinais GPS e a precisão da posição do recetor.
- Na prática este erro é devido a posição dos satélites no céu. Quanto mais perto do horizonte eles estão, mais atmosfera e obstáculos os sinais enfrentam até chegar ao recetor
- Um valor DOP alto indica um sinal de GPS de baixa qualidade, o que pode resultar em menor exatidão e precisão da posição do recetor.
- Um valor DOP baixo indica um sinal de GPS de maior qualidade, o que pode resultar em maior exatidão e precisão da posição do recetor.
- Existem vários tipos de DOP, incluindo a Diluição de Precisão de Posição (PDOP), Diluição de Precisão Horizontal (HDOP) e Diluição de Precisão Vertical (VDOP), que medem a qualidade do sinal GPS em três dimensões (latitude, longitude, e altitude) e a combinação de todos os três.

DOP values, “Settings”

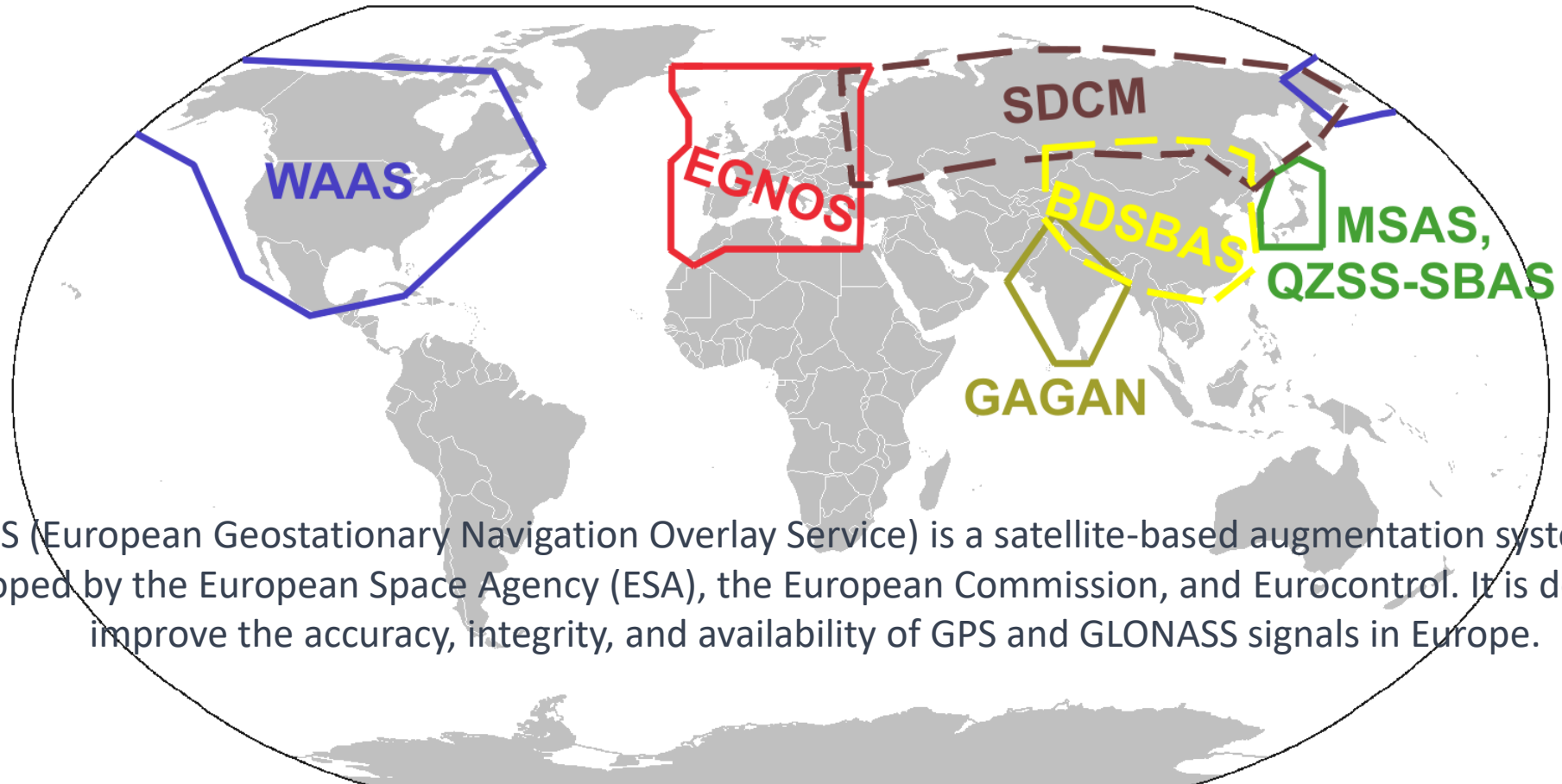
Quando ao nível dos DOPs, a tabela a seguir mostra as faixas e níveis de precisão.

Nível DOP	Qualidade	Descrição
< 1	Ideal	Nível de confiança mais alto; máxima precisão possível em todos os momentos.
1-2	Excelente	Medições precisas
2-5	Bom	Medições com precisão adequadas
5-10	Moderado	Qualidade moderada. Correção recomendada
10-20	Fraco	Nível de confiança baixo. Considere descartar dados
>20	Ruim	Precisão muito baixa. Erros podem atingir 300 metros

Desuso do DOP

Com a introdução dos navegadores e aparelhos que utilizam mais de uma constelação de satélites (GPS, Glonass, Beidou, Compass, Galileo), o GDOP ou qualquer uns dos DOPs está em desuso e não é mais tão importante como antes, visto que a compensação de erros pode se minimizada utilizando satélites de diferentes constelações ao mesmo tempo, levando a um DOP geralmente inferior a 4 na maioria dos locais do planeta

Precision augmentation systems _ DGPS



EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) is a satellite-based augmentation system (SBAS) developed by the European Space Agency (ESA), the European Commission, and Eurocontrol. It is designed to improve the accuracy, integrity, and availability of GPS and GLONASS signals in Europe.

RTK vs RTX



RTK (Real-Time Kinematic) and RTX (Real-Time eXtended) are two different types of GPS positioning technologies that provide high-precision positioning solutions.



RTK is a GPS technology that uses a fixed base station and a mobile rover to provide centimeter-level positioning accuracy in real-time. The base station calculates the GPS signal errors and transmits correction data to the rover, which uses this data to improve the accuracy of its position calculation. RTK is commonly used in applications that require high-precision positioning, such as land surveying, precision agriculture, and construction.



RTX, on the other hand, is a satellite-based augmentation system (SBAS) that uses a network of ground reference stations and satellite signals to provide high-precision positioning accuracy. RTX uses correction data generated by the ground reference stations to improve the accuracy of the GPS signals received by the receiver. RTX is commonly used in applications that require high-precision positioning in areas where RTK is not feasible, such as remote areas or areas with limited access to ground-based reference stations.



In summary, RTK is a ground-based positioning technology that provides high-precision positioning through a fixed base station and a mobile rover, while RTX is a satellite-based positioning technology that provides high-precision positioning through a network of ground reference stations and satellite signals.



Porque podem
ainda assim existir
erros de
posicionamento..?



GNSS – errors!

- O posicionamento com GNSS está sujeito a erros provocadas por diversas fontes:
- satélites,
- propagação do sinal,
- recetor/antena
- e estação

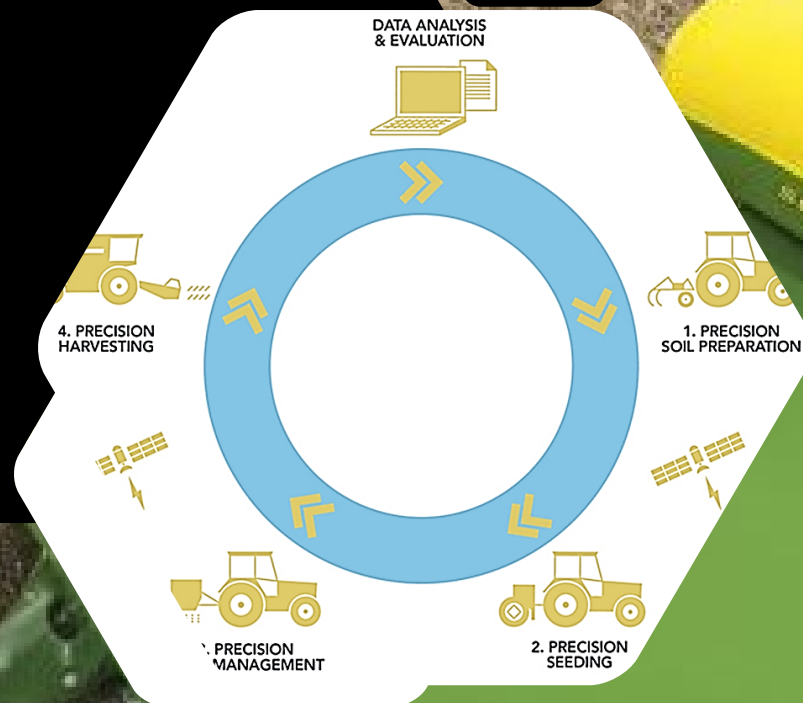
Fonte	Erro
Satélite	Atraso entre as duas portadoras no hardware do satélite Erro de órbita Erro do relógio
Propagação do sinal	Refração troposférica Refração ionosférica Perdas de ciclos Multicaminho
Receptor/antena	Erro do relógio Erro entre os canais Variação do centro de fase da antena
Estação	Erro nas coordenadas Multicaminho



GNSS!
Amostras de solo,
plantas
(precisão centimétrica)

Máquinas agrícolas

(Precisão centimétrica ou sub-centimétrica)



Orientação ou Sistemas de Autocondução

Modelos/Barras de luzes

Condução assistida

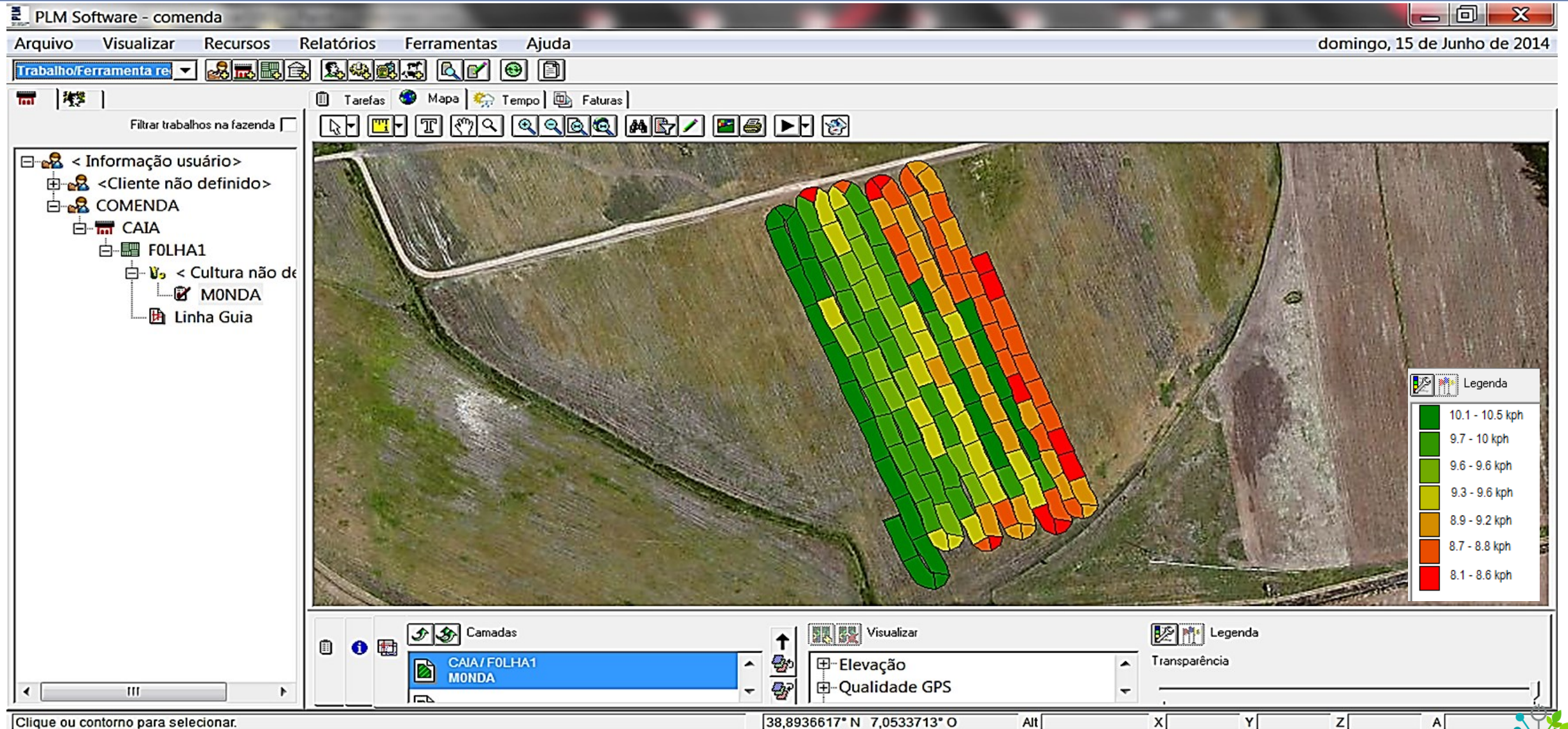


EZ-Steer®



EZ-Pilot™

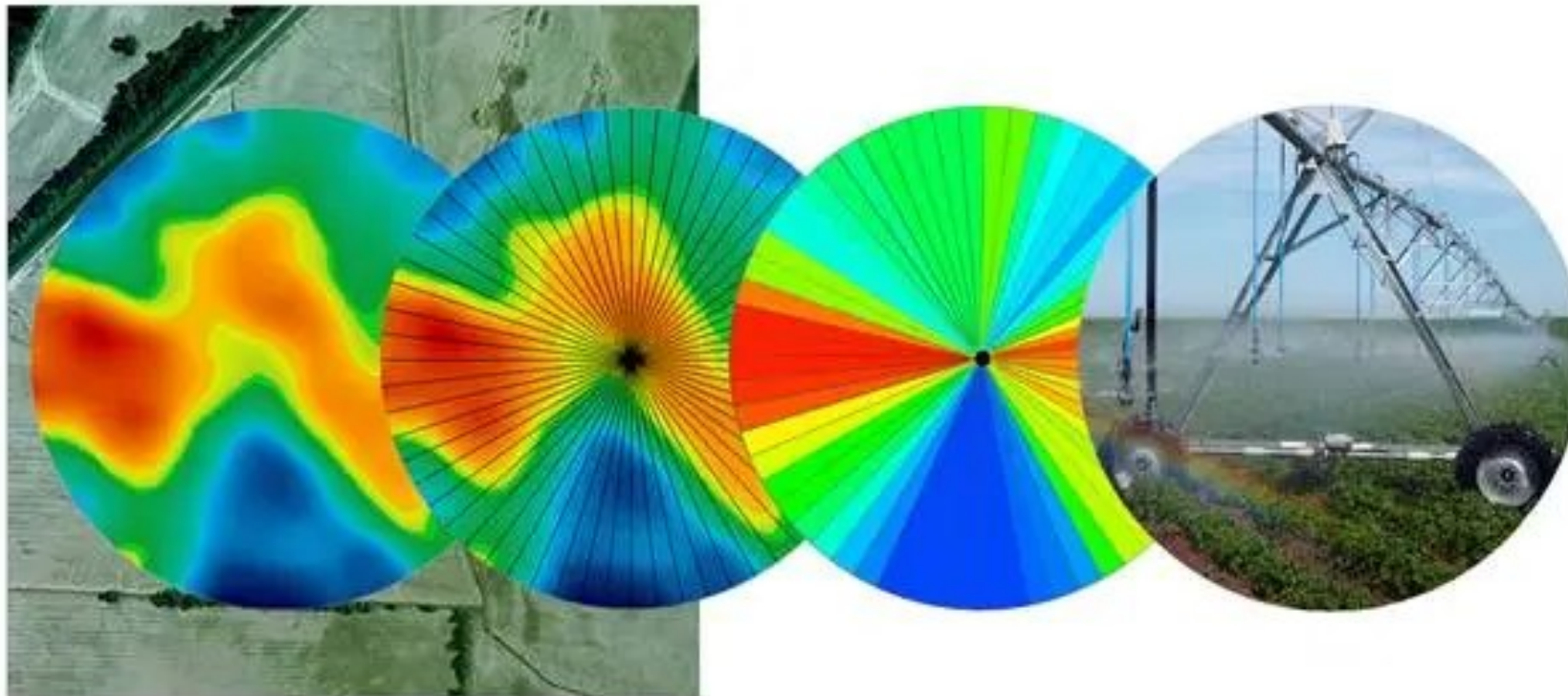
Telemetria



Vantagens em operações mecanizadas

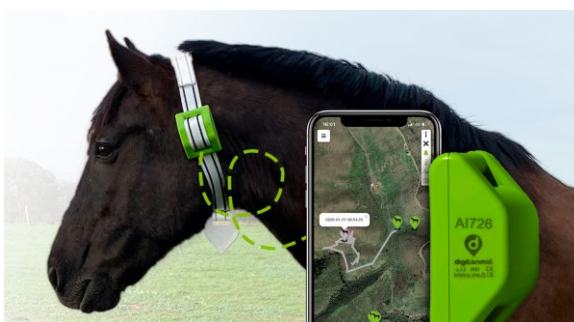
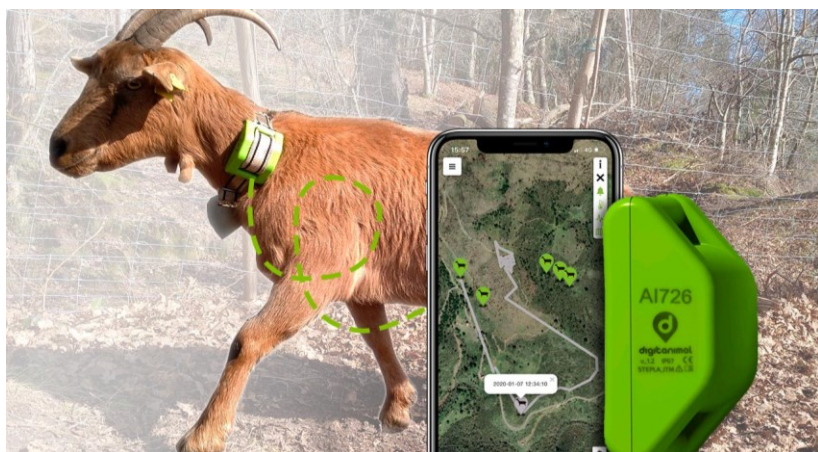
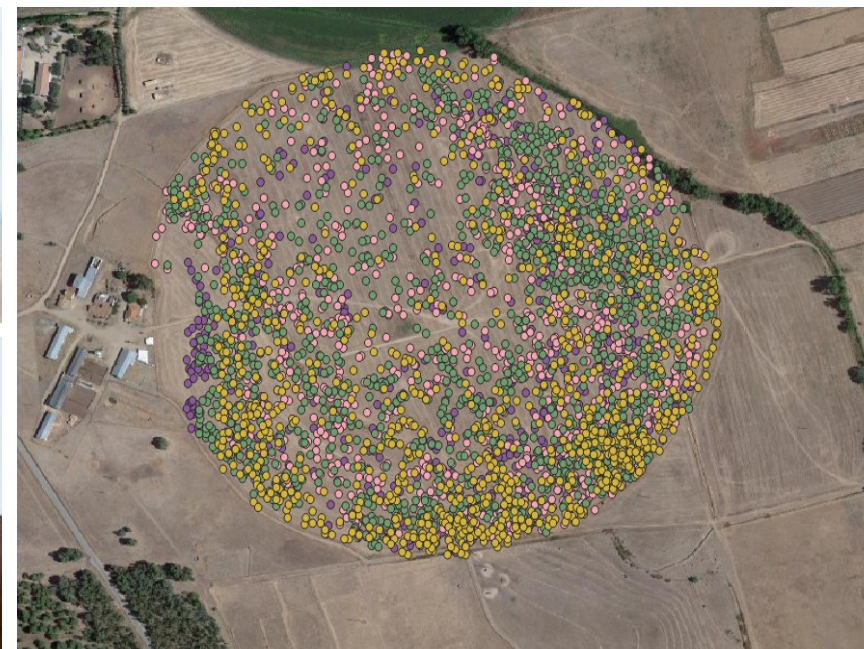
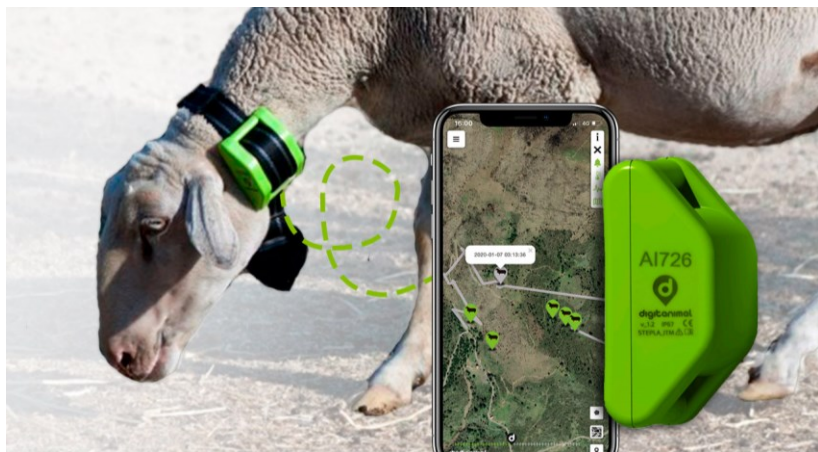
- **Redução nos custos operacionais**
 - Para economizar combustível e custos de entrada, garantindo passagens paralelas durante operações em linhas rectas, curvas, articuladas ou em terreno irregular.
- **Melhoria da produtividade máquina**
 - Permite a plantação, pulverização, cultivo ou colheita em condições atmosféricas difíceis ou durante a noite.
 - Garante-se a maior precisão, mesmo em terrenos onde a visibilidade é fraca.
 - Permite aumentar e otimizar áreas plantadas.
- **Aumentar o conforto do operador**
 - Os operadores podem trabalhar mais horas e concentrar-se no desempenho do acessório em vez de prestarem atenção à condução.
 - Os trabalhos podem ser realizados por operadores menos especializados.
 - O operador pode concentrar-se na máquina e nos acessórios em vez de prestar atenção à condução.
- **Proteção do ambiente**
 - Menor compactação do solo, reduzindo o índice de evaporação e aumentando a penetração das raízes.
 - Menor consumo de combustível.
 - Menor consumo de agroquímicos.

Rega (precisão métrica)



<https://www.valleyirrigation.com/>

Pecuária (precisão métrica)



Localização e monitorização animal



Controlo de peso dos animais



Inovação e digitalização da estrutura produtiva

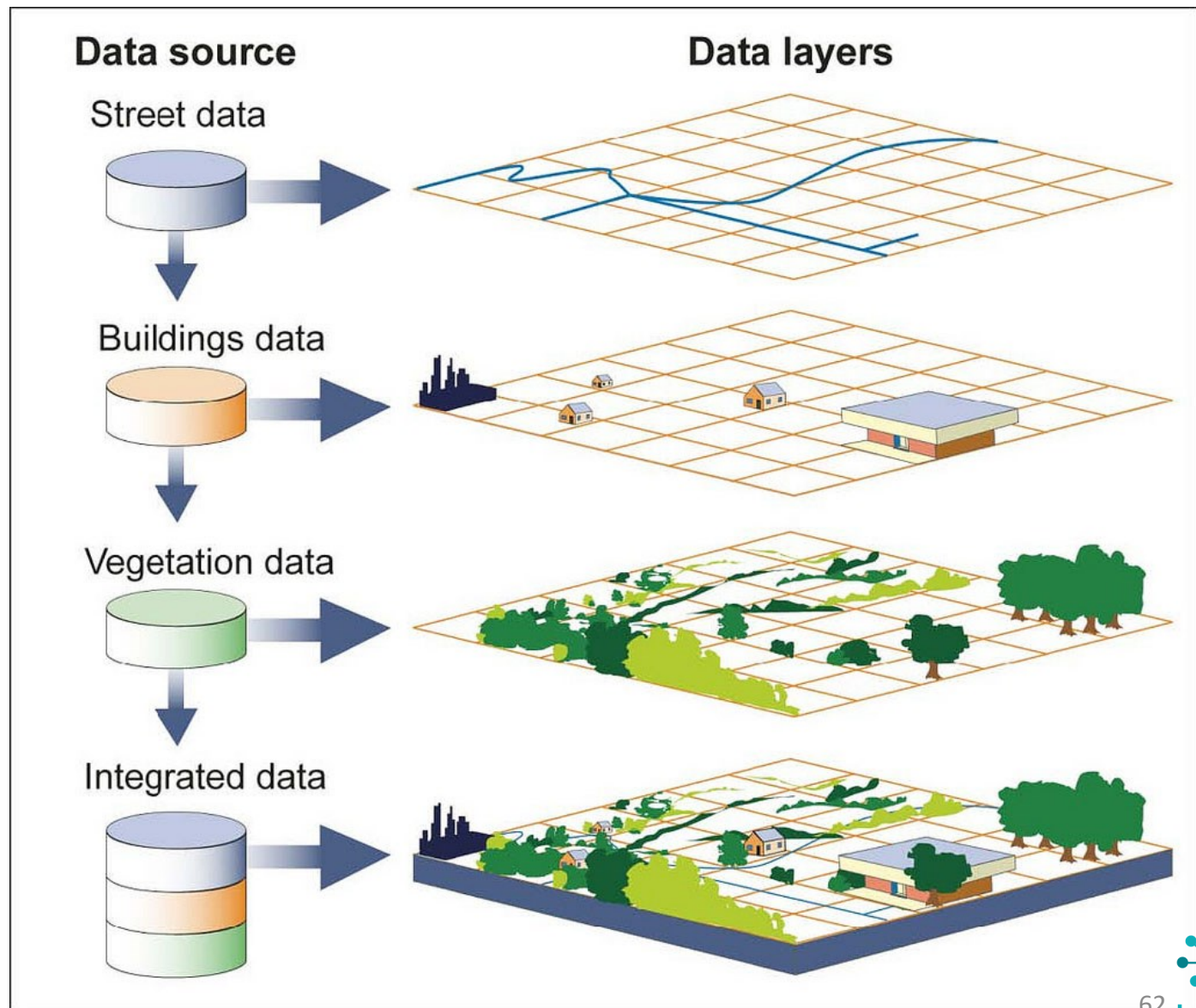


Investigação e fauna selvagem

<https://diganimal.pt/>

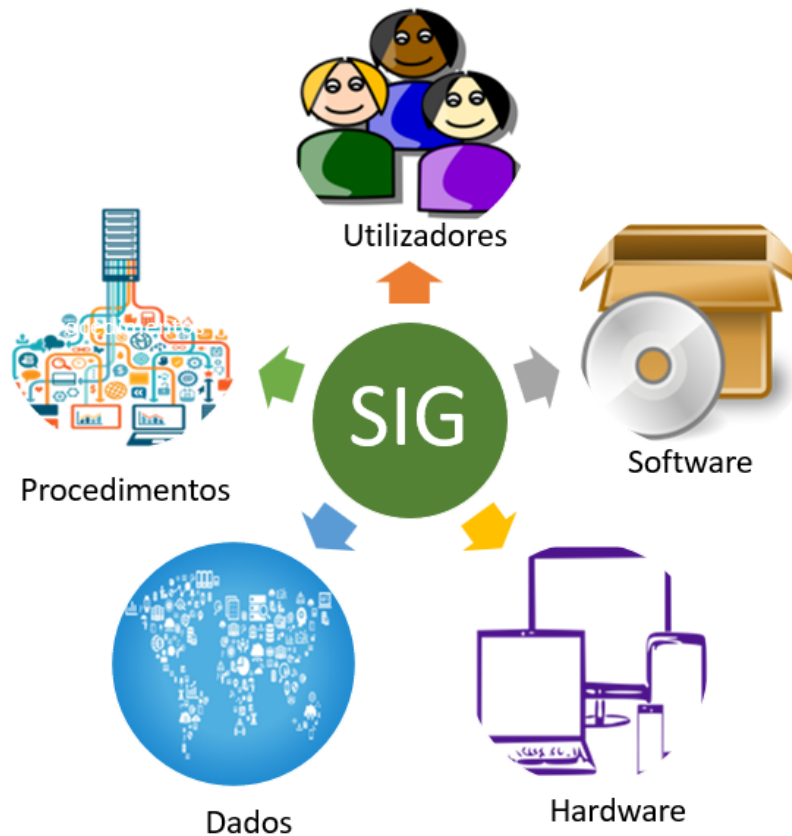
GIS/SIG?

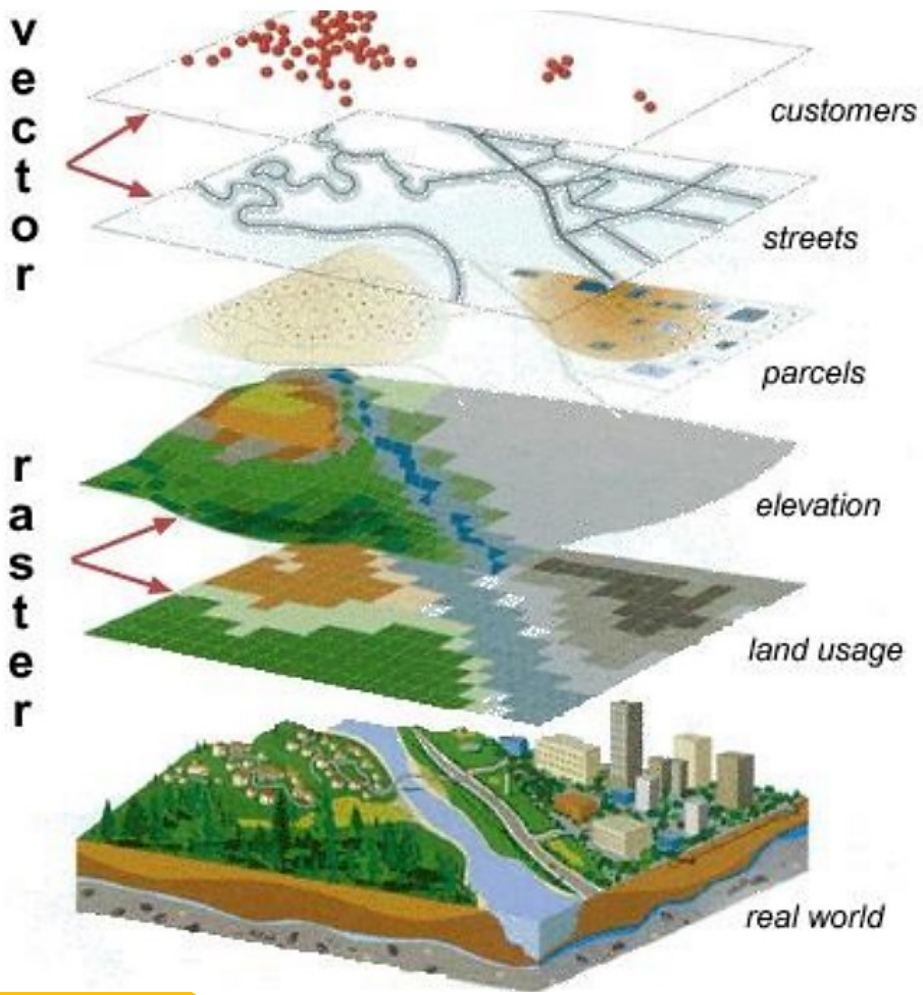
GIS (Sistema de Informação Geográfica em inglês) é uma ferramenta baseada em computador usada para armazenar, gerenciar, analisar e visualizar dados espaciais. Um sistema GIS pode capturar, armazenar, manipular, analisar e apresentar dados relacionados a localizações geográficas



Source: GAO.

SIG componentes VS funcionamento





Dados e informação

Dados geográficos – localização no espaço (lugar); atributos

- ✓ Representação vetorial
- ✓ Representação raster (matricial ou varredura)

Modelos Numéricos do Terreno - MNT, (Digital Terrain Model – DTM, Modelos Digitais de Elevação) MDS, MDE

Formato vetorial

- Tentativa de reproduzir os limites de um objeto o mais exatamente possível
- Elementos básicos:
 - ✓ Pontos
 - ✓ Arcos
 - ✓ Nós
 - ✓ Polígonos

Ocupam pouco espaço em disco; A localização de cada objeto no espaço é definida mediante um sistema de coordenadas (projeção, Datum são importantes); Adequada para representar dados que apresentam variação discreta

Exs Formatos vetoriais

Dados
vetoriais: **shape (ou shape file)**

Geopackage

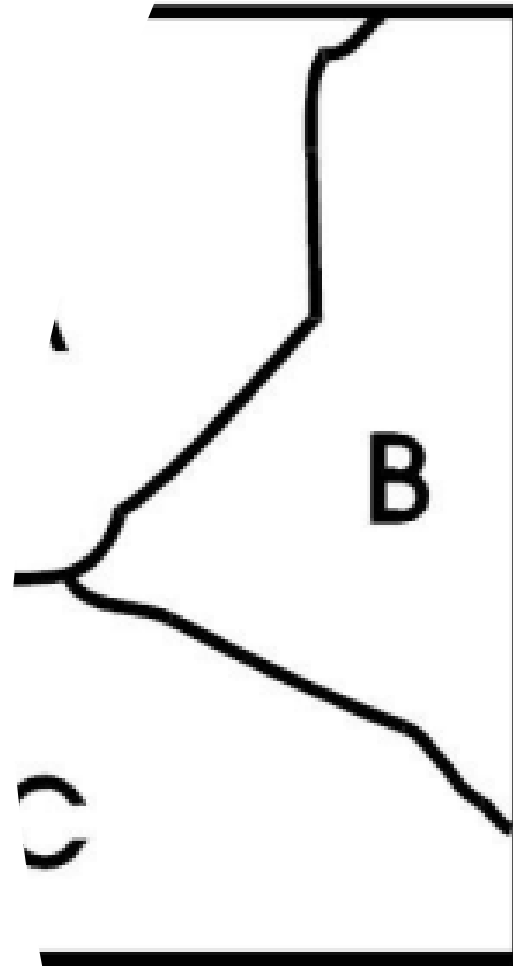
Kml e kmz

DXF

GPX

Raster ou formato matricial

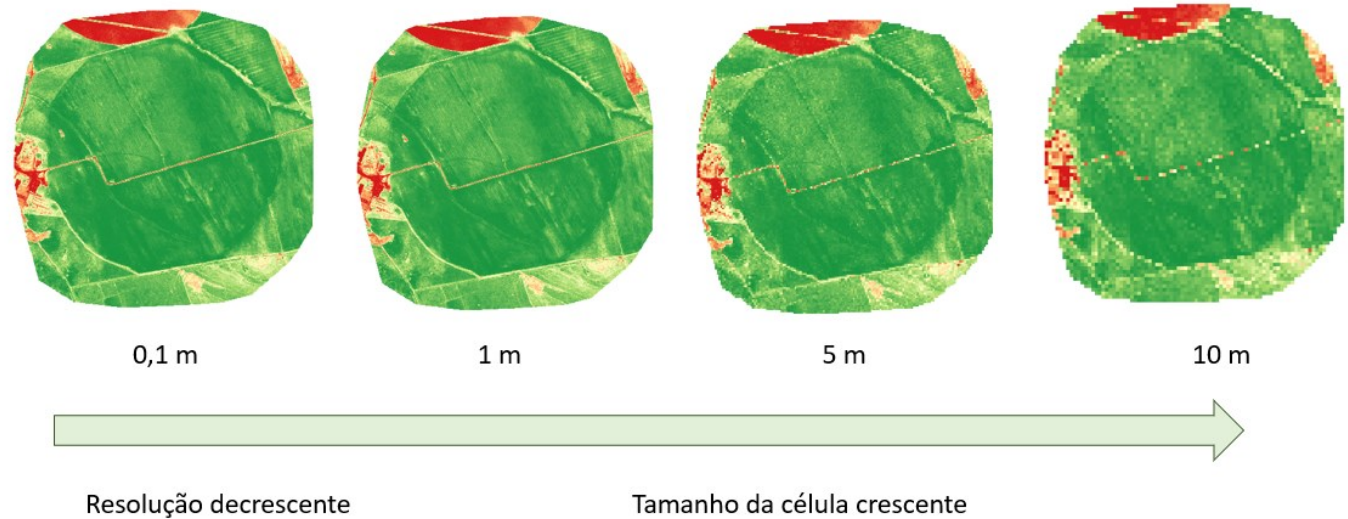
- O elemento representado é dividido em células regulares (pixels)
- A cada célula é associado um valor que representa o parâmetro de interesse da área correspondente na superfície da Terra (altura, classe de cobertura do solo, biomassa vegetal (kg/m²))



A	A	A	A	A	B	B
A	A	A	A	A	B	B
A	A	A	A	B	B	B
A	A	A	A	B	B	B
A	A	A	B	B	B	B
C	C	C	B	B	B	B
C	C	C	C	B	B	B
C	C	C	C	C	B	B
C	C	C	C	C	C	C

Raster / matricial

- A posição da célula está determinada pela linha e coluna;
- A capacidade de localização espacial está limitada pelo tamanho da célula;
- A resolução do dado depende do tamanho da célula: quanto menor for a célula maior será a resolução do dado.
- Quanto maior for a resolução, maior será o espaço ocupado em disco pelo dado.
- Ainda é muito utilizado.
- Apresenta vantagens na análise espacial.

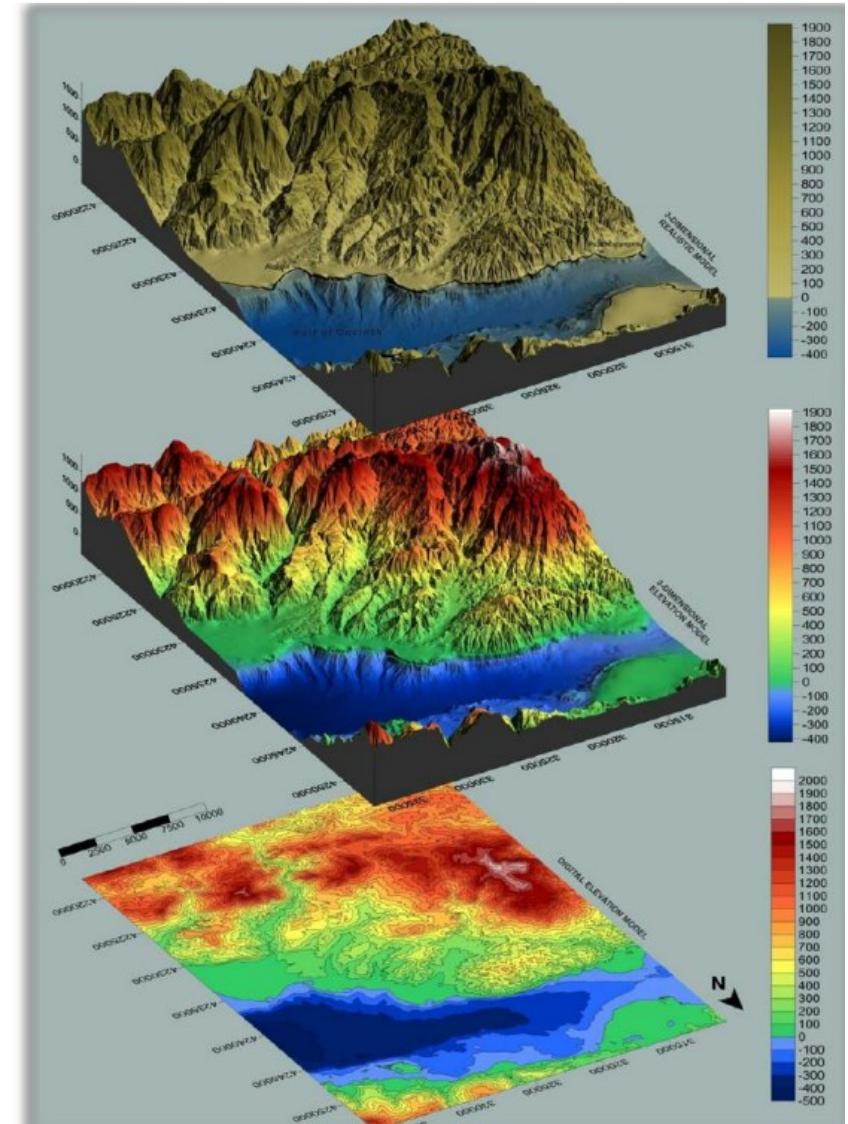


Raster - Modelo Numérico do Terreno – MNT (DEM, MDE, MDS)

Conveniente para representar dados espaciais que apresentam variação contínua (altura, salinidade, densidade, temperatura, teores de matérias no solo)

Dados matriciais ou raster:

- Geotiff
- Geopackage



Captura e o geoprocessamento



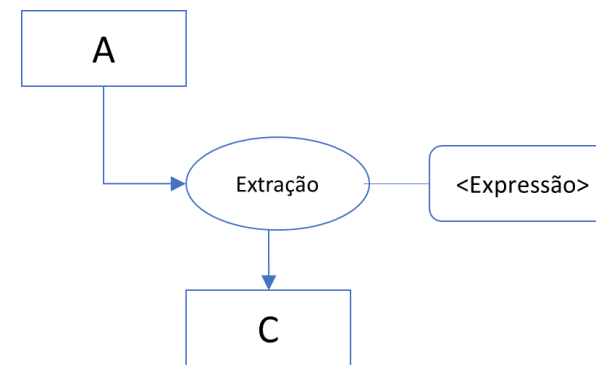
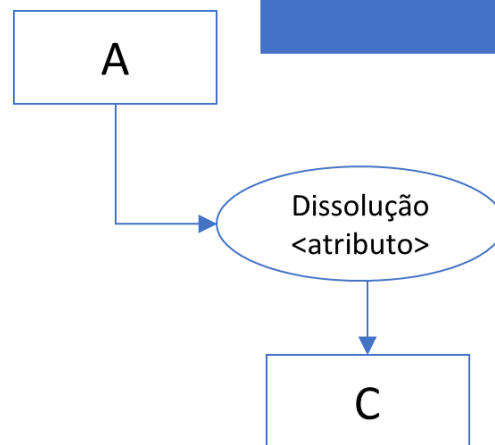
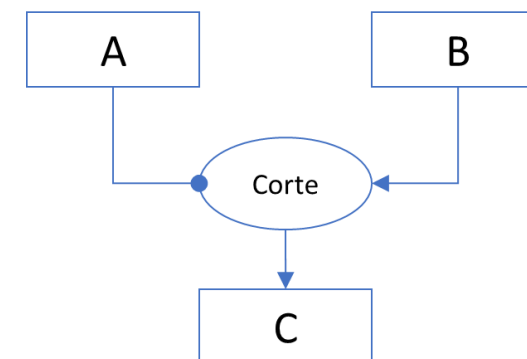
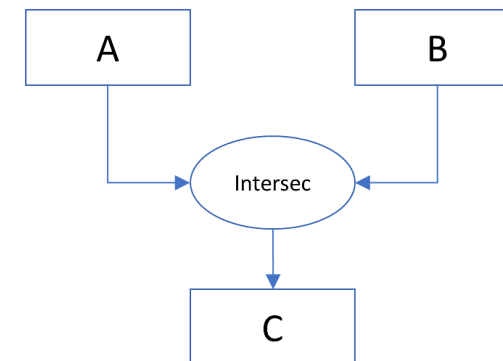
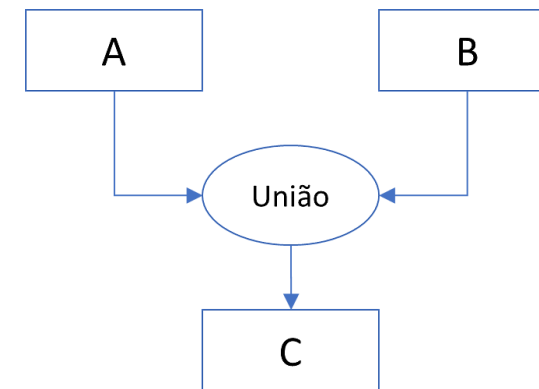
Deteção Remota

GNNS

Digitalização

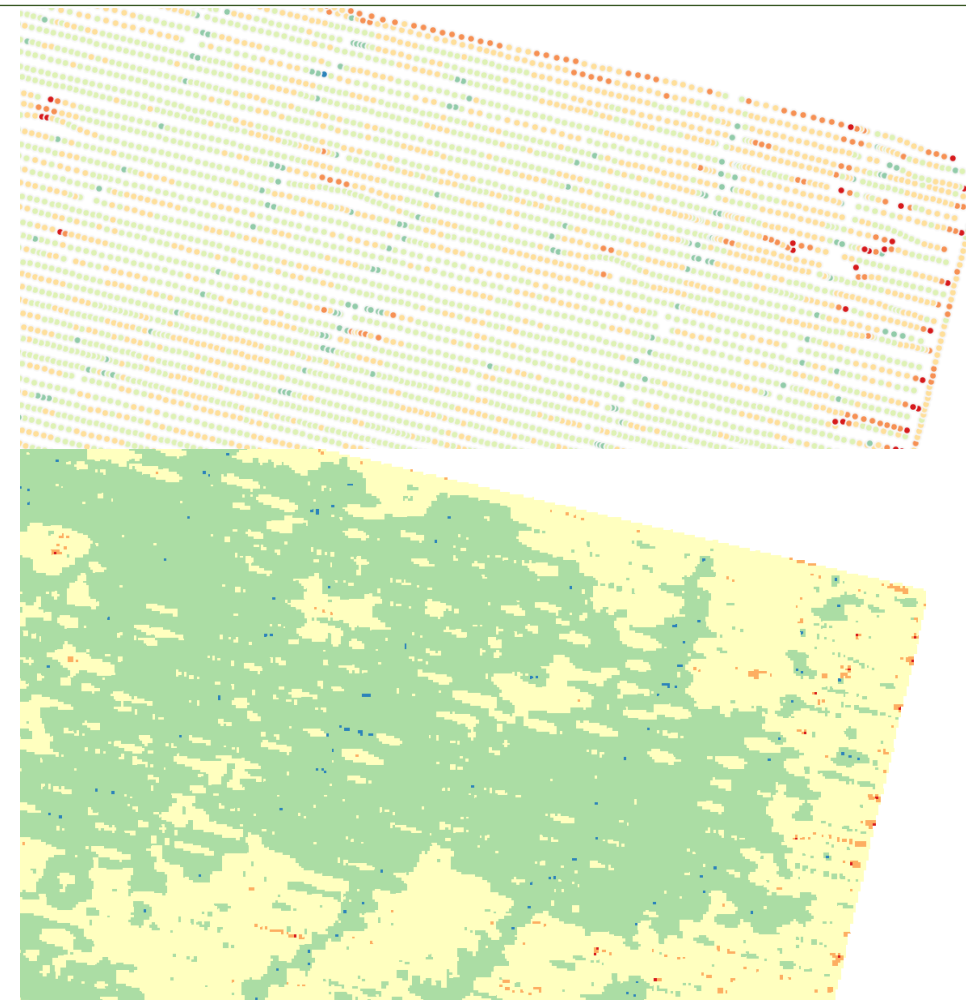
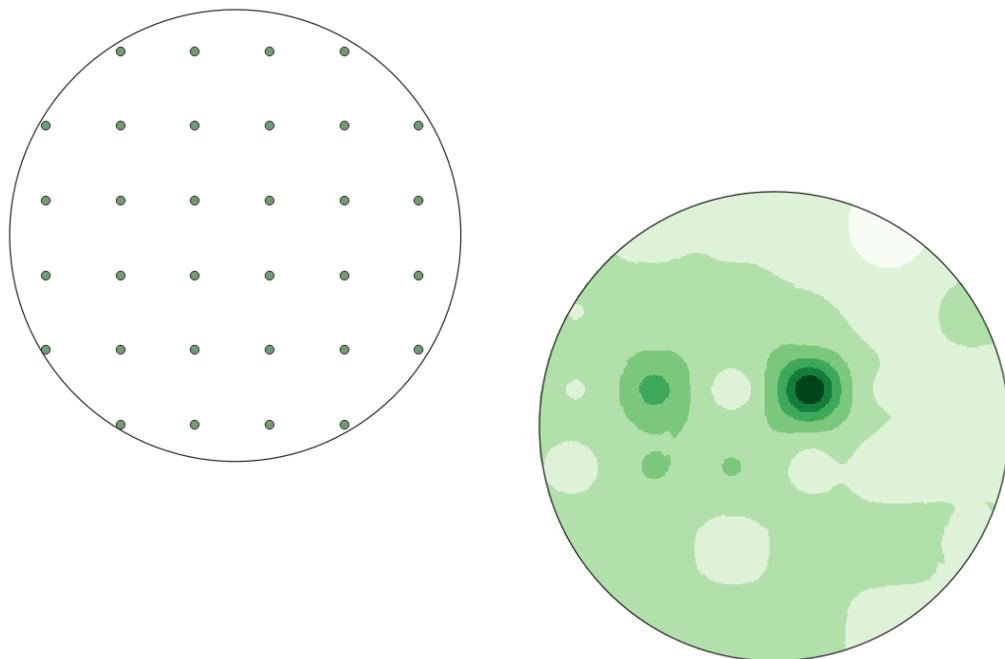
Bases de dados

União
Interseção
Corte
Extração
Dissolução



Interpolação

Interpolação e estatística espacial



Interpolação

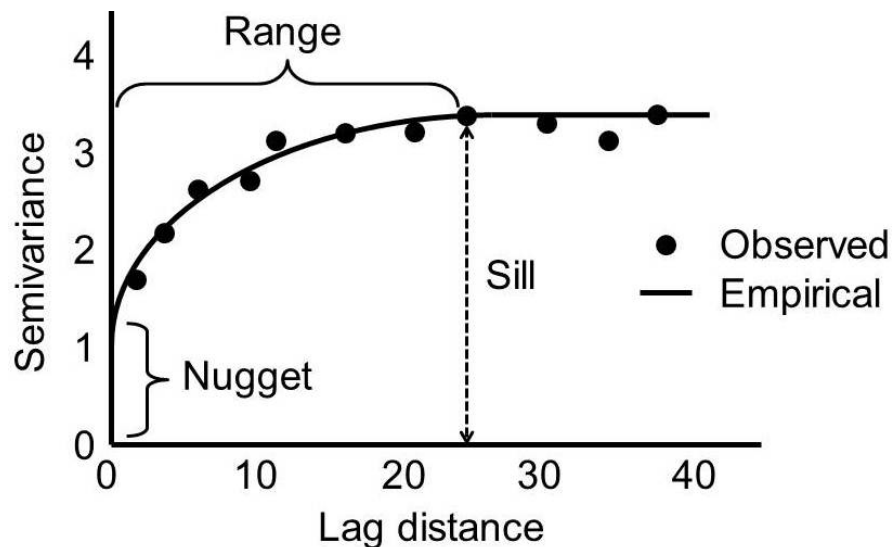
- Kriging

A técnica de krigagem utiliza a correlação espacial entre amostras conhecidas para estimar valores desconhecidos em outras localizações. O objetivo da krigagem é minimizar o erro de previsão, levando em conta a estrutura espacial dos dados. O método de krigagem também fornece uma estimativa da incerteza associada às previsões, o que é importante para tomada de decisões e avaliação de riscos..

Existem vários tipos de krigagem, incluindo krigagem ordinária, krigagem universal e krigagem com deriva externa. A krigagem ordinária pressupõe que a média dos dados seja constante, enquanto a krigagem universal permite uma média variável. A krigagem com deriva externa incorpora variáveis explicativas adicionais para melhorar a precisão das estimativas.

Leitura do semivariograma

Based on the shape and characteristics of the semivariogram, a spatial model can be selected and fitted to the data to estimate unknown values at unsampled locations using spatial interpolation methods such as kriging.



- **Look at the shape** of the semivariogram: A forma do semivariograma pode revelar informações importantes sobre a estrutura espacial dos dados. Um semivariograma que mostra uma relação linear entre a semivariância e o defasamento indica um padrão espacial uniforme. Um semivariograma que tem uma forma curva sugere um padrão estruturado espacialmente.

- **Identify the range** of spatial autocorrelation: A extensão da autocorrelação espacial é a distância ou defasagem além da qual a autocorrelação é negligenciável. Essa distância é importante porque determina o tamanho da zona para métodos de interpolação espacial, como a krigagem..

- **Look for any nugget effect**: O efeito pepita é uma descontinuidade ou quebra no semivariograma em uma defasagem de zero. Isso indica que há um alto grau de variabilidade em distâncias muito curtas ou erros de medição. Se houver um efeito pepita significativo, pode sugerir que um modelo puramente espacial não seja apropriado e que um modelo espaço-temporal deva ser usado em seu lugar.

- **Examine the sill** of the semivariogram: O patamar é a semivariância máxima e representa a quantidade de variação espacial que pode ser explicada pelo modelo espacial. Se o semivariograma não atinge um patamar, pode sugerir que o modelo espacial seja inadequado para explicar toda a variação espacial.



IDW (Inverse Distance Weighting)

- O método IDW (Inverse Distance Weighting) assume que a superfície subjacente é contínua e que a variação nos valores entre locais vizinhos é gradual. O método funciona bem quando a distribuição espacial dos dados é suave e há pouca variação nos dados. No entanto, pode não ser adequado para dados com mudanças abruptas ou gradientes acentuados.
- Uma das vantagens da interpolação IDW (Inverse Distance Weighting) é sua simplicidade e facilidade de uso. Além disso, é computacionalmente eficiente e não requer modelos estatísticos complexos ou suposições. No entanto, pode não produzir sempre os resultados mais precisos, especialmente quando a distribuição espacial dos dados é complexa ou irregular.

Softwares e Aplicativos



QGIS



ArcGIS



CROP MONITORING

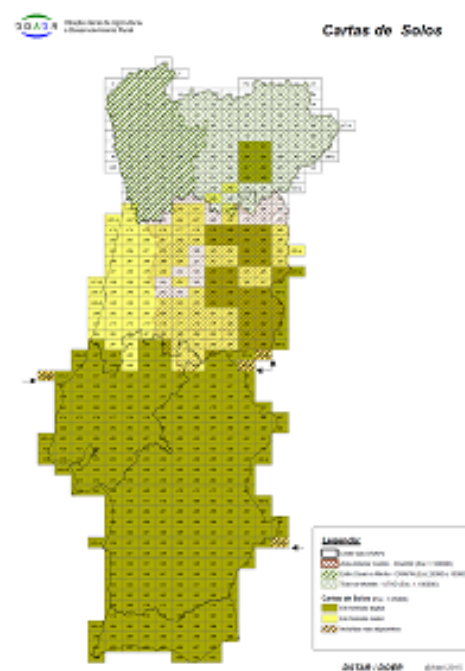


Cartografia digital do solo



Fatores que podem condicionar o tipo de cartografia

- Escalas
- Coordenadas Geográficas e Rede Geodésica
- Projeções e Planimetria
- Grades - Coordenadas Cartográficas
- Métodos para representar altimetria
- Propriedades das Curvas de Nível
- Formas Naturais de Terreno
- Indicadores topográficos



CARTOGRAFIA GERAL DOS SOLOS DE PORTUGAL (CGSP)

Projeto de Cartografia de Solos de Portugal na Escala 1: 500 000

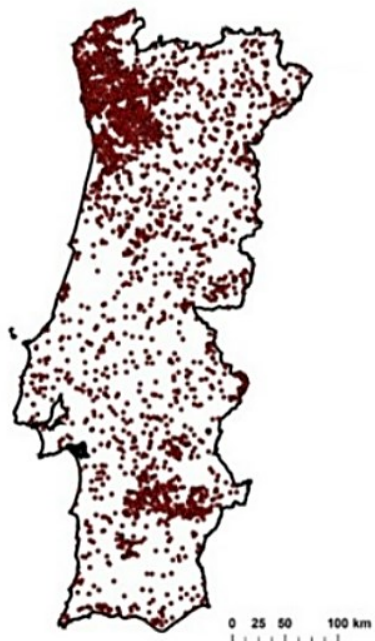


Fig. 1. Localização dos perfis de solo.

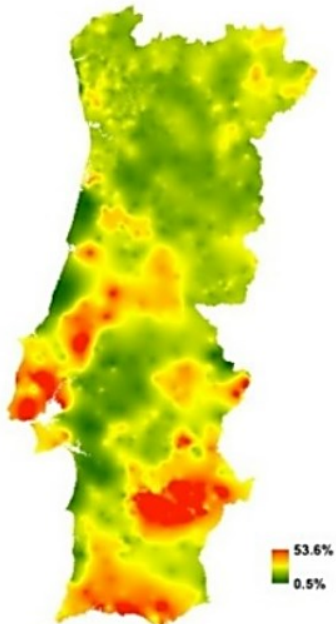


Fig. 2. Mapa do teor de argila do solo.

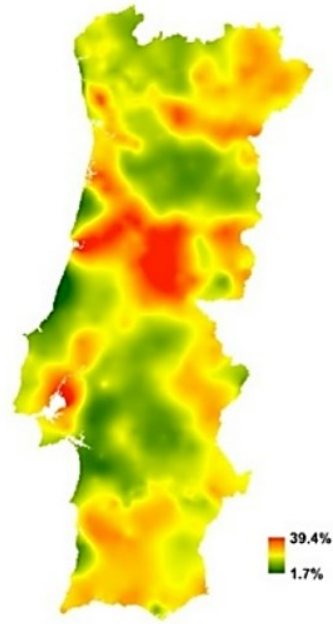


Fig. 3. Mapa do teor de limo do solo.

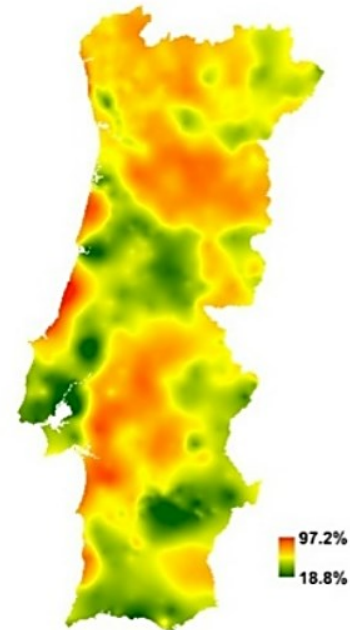


Fig. 4. Mapa do teor de areia do solo.

Aplicação web para visualização, consulta e descarregamento de dados analíticos de perfis representativos dos SOLOS de Portugal.

<https://projects.inia.pt/infosolo/>

<https://portalgeo.inia.pt/portal/apps/webappviewer/index.html?id=17574ca60800415dace9a6369ac53208>

WebServices já disponíveis : <https://projects.inia.pt/infosolo/sig/webservices>



SNIS
Sistema Nacional
de Informação
do Solo

O projeto em plataforma WebSIG” visa:

- Uniformizar a informação espacial da cartografia de solos existente em Portugal Continental a diferentes escalas.
- Unificar os diferentes sistemas de classificação de solos utilizados até à atualidade num único sistema com correspondência global (World Reference Base for soil resources, Update 2015)
- A criação de um atlas digital de solos de Portugal Continental a partir da cartografia na escala 1:25000 e na escala 1:100000.

Cartografia

<https://portalgeo.dgadr.pt/portal/apps/webappviewer/index.html?id=7cf1a919b54f4a69827f845f10bbfb8d>

<https://www.dgadr.gov.pt/nota-explicativa>

Nota Explicativa da Carta dos Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso do Solo

0,604 38,454 Graus



É uma técnica importante para o estudo e manejo de solos, pois permite uma análise detalhada e precisa da distribuição espacial dos atributos do solo.

Cartografia Digital do Solo

1. **Recolha de dados:** Esta é a primeira etapa do processo e envolve a coleta de dados do solo no campo, por meio de perfuração, amostragem ou outras técnicas. Os dados coletados incluem informações sobre textura, estrutura, cor, nutrientes e outros atributos do solo.

2. **Georreferenciação:** Após a recolha de dados, estes precisam de ser georreferenciados para que possam ser integrados num sistema de coordenadas geográficas. Isso é feito usando técnicas de geoprocessamento, como recetores GPS, imagens de satélite ou fotografias aéreas.

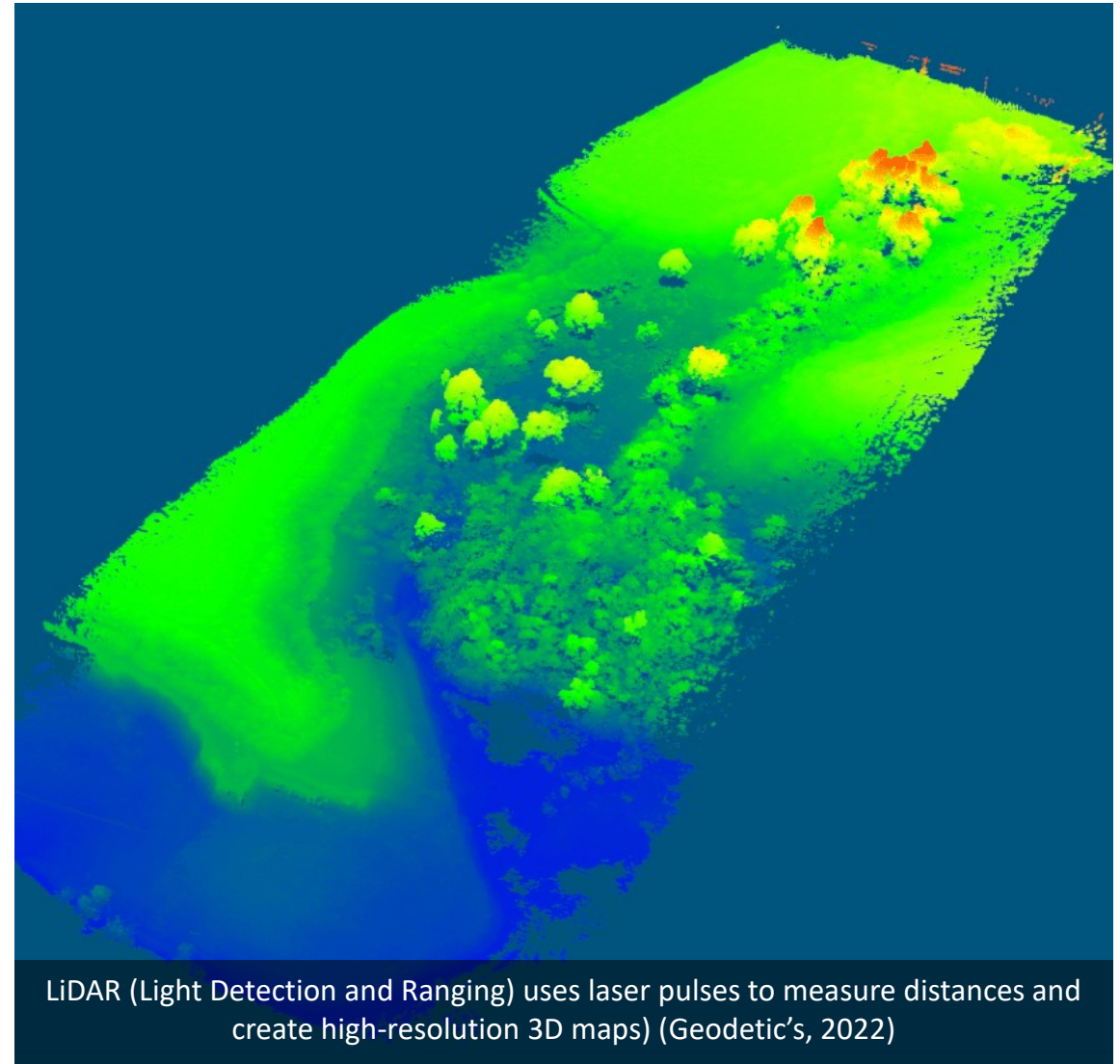
3. **Análise de dados:** Os dados coletados são analisados para gerar informações sobre a distribuição espacial dos atributos do solo. Isso pode ser feito usando técnicas de estatística espacial, como krigagem, interpolação ou análise de semivariograma.

4. **Modelação do terreno:** A topografia do terreno é um fator importante na distribuição do solo, por isso é necessário modelar o terreno para gerar informações precisas sobre sua influência. Isso pode ser feito usando técnicas de modelação numérica de terreno, como dados de radar ou lidar.

5. **Criação de mapas:** Com base nas informações coletadas e analisadas, é possível gerar um mapa digital de solos. Este mapa pode ser gerado em diversos formatos, como raster ou vetorial, e pode ser utilizado para diversas finalidades.

MDE, MDT, MDS e LiDAR

- MDE (Modelo Digital de Elevação) representa a superfície do solo, removendo todas as características naturais e construídas;
- MDT (Modelo Digital de Terreno) tipicamente complementa um Modelo Digital de Elevação incluindo recursos vetoriais do terreno natural, como por ex. os rios.
- MDS (Modelo Digital de Superfície) captura tanto as características naturais quanto as construídas/artificiais.



?Dados do Solo.. Definição

Pode definir-se como o meio natural para o desenvolvimento das plantas terrestres tal como se formou , ou mais ou menos modificado como resultado da sua utilização pelo homem (Botelho da Costa, 1985)



Solo (constituintes)

- Matéria mineral sólida à qual está associada até certa profundidade a matéria orgânica
- Água (solução do solo)
- Ar (atmosfera do solo)

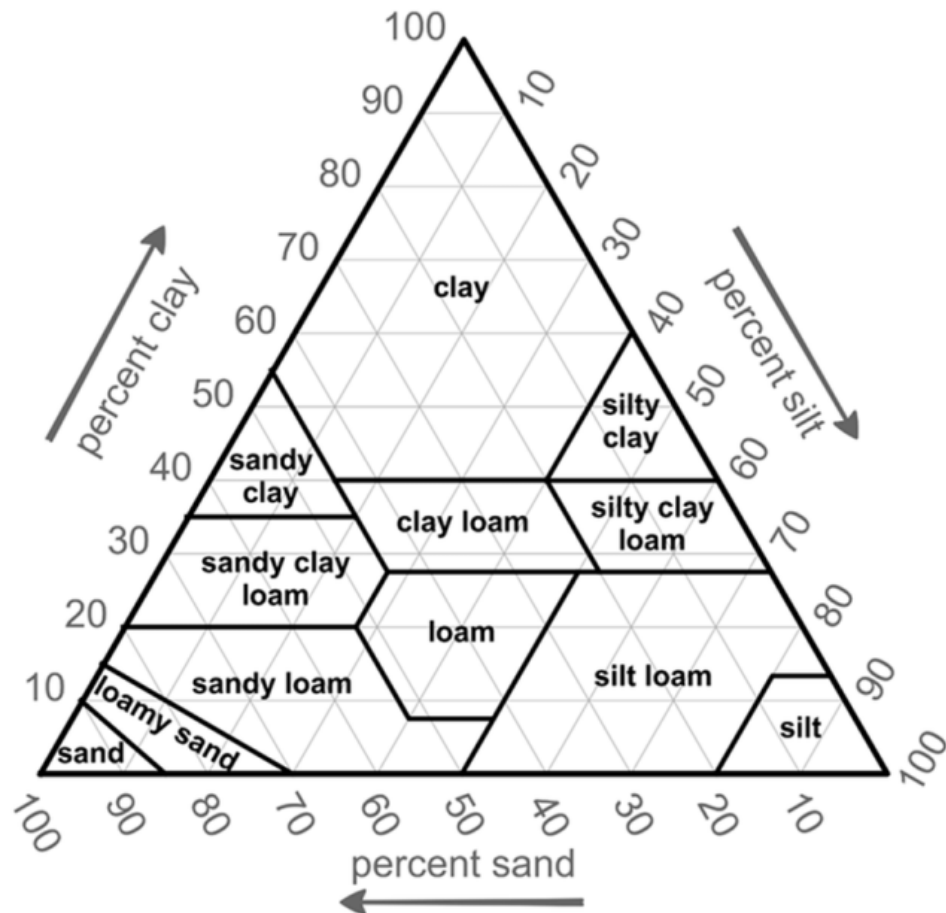


Estrutura X Textura

A estrutura do solo é o arranjo das partículas do solo em agregados de vários tamanhos e formas.

A textura do solo determina a capacidade de retenção de água, a permeabilidade e a trabalhabilidade do solo. Partículas de areia, silte, argila e matéria orgânica em um solo se combinam umas com as outras para formar partículas maiores.

Classes de Textura segundo as proporções em areia, limo e argila



Classe de textura

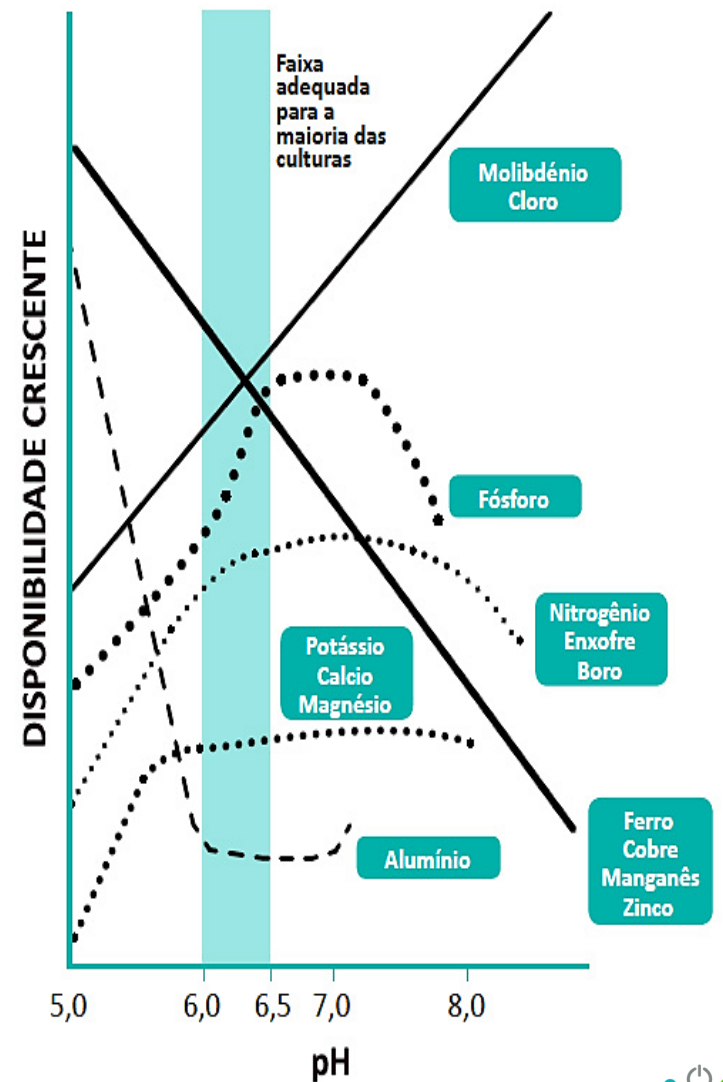
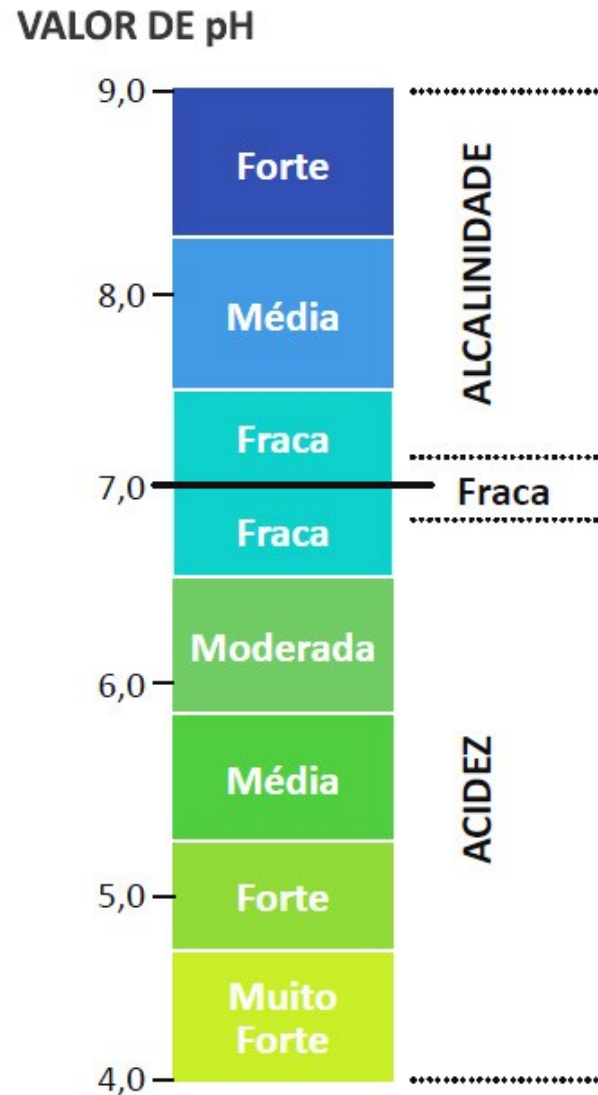
Símbolo

Arenosa	<i>Ar</i>
Areno-Franca	<i>ArF</i>
Franco-Arenosa	<i>FAr</i>
Franca	<i>F</i>
Franco-Argilo-Arenosa	<i>FAAr</i>
Franco-Argilosa	<i>FA</i>
Argilo-Arenosa	<i>AAr</i>
Argilosa	<i>A</i>
Argilo-Limosa	<i>AL</i>
Franco-Argilo-Limosa	<i>FAL</i>
Franco-Limosa	<i>FL</i>
Limosa	<i>L</i>



O que pode ser representado na cartografia: propriedades físicas, químicas e biológicas

- Químicas /Nutrição Vegetal – consoante as proporções em que se encontram nas plantas
- Macronutrientes: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg e S
- Micronutrientes: Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B e Cl
- pH
- Relação C/N
- Troca catiónica



Soil ECa (Condutividade eletrica aparente do solo)

A medida da capacidade do solo em conduzir corrente elétrica é chamada de condutividade elétrica do solo, ou ECa do solo. É um indicador útil das propriedades do solo, como salinidade, conteúdo de humidade e textura.

A ECa do solo é frequentemente medida usando um sensor portátil ou montado que aplica uma pequena corrente elétrica ao solo e mede a voltagem produzida. A voltagem medida é então convertida em um valor de ECa do solo, geralmente relatado em unidades de decisiemens por metro (dS/m) ou millisiemens por centímetro (mS/cm). A ECa do solo pode variar amplamente em diferentes tipos de solo e também pode ser afetada por práticas de uso, como rega e fertilização.

Compreender a variação na ECa do solo pode ajudar agricultores e outros a tomar decisões mais informadas sobre o uso de culturas e a saúde do solo.



Como medir?

<https://veristech.com/what-soil-properties-matter/>

https://www.youtube.com/watch?v=_sdBH4yHObs&t=91s

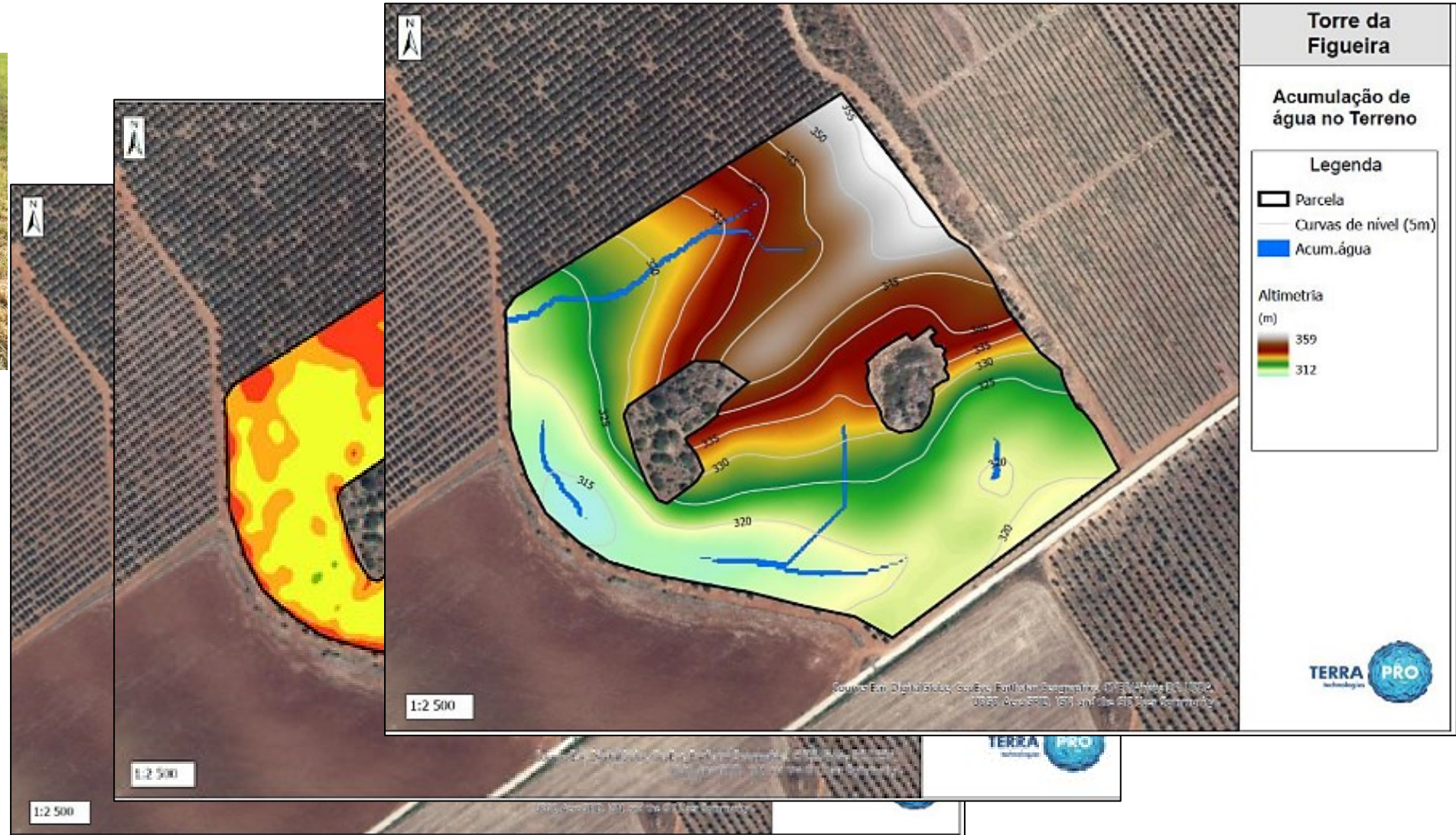
- Contacto Direto (imagem da esquerda). Em alguns modelos deste equipamento pode ser realizada a mostra de pH e matéria orgânica
- Indução magnética (imagem da direita)

Veris soil multi sensor



Condutividade elétrica (aparente) do solo (e MDT)

Instrumentos





Amostra n.º: T19_1123

N.º Parcelário:

Identificação da amostra: 2

Identificação da amostra: Fitomoz, S.A.

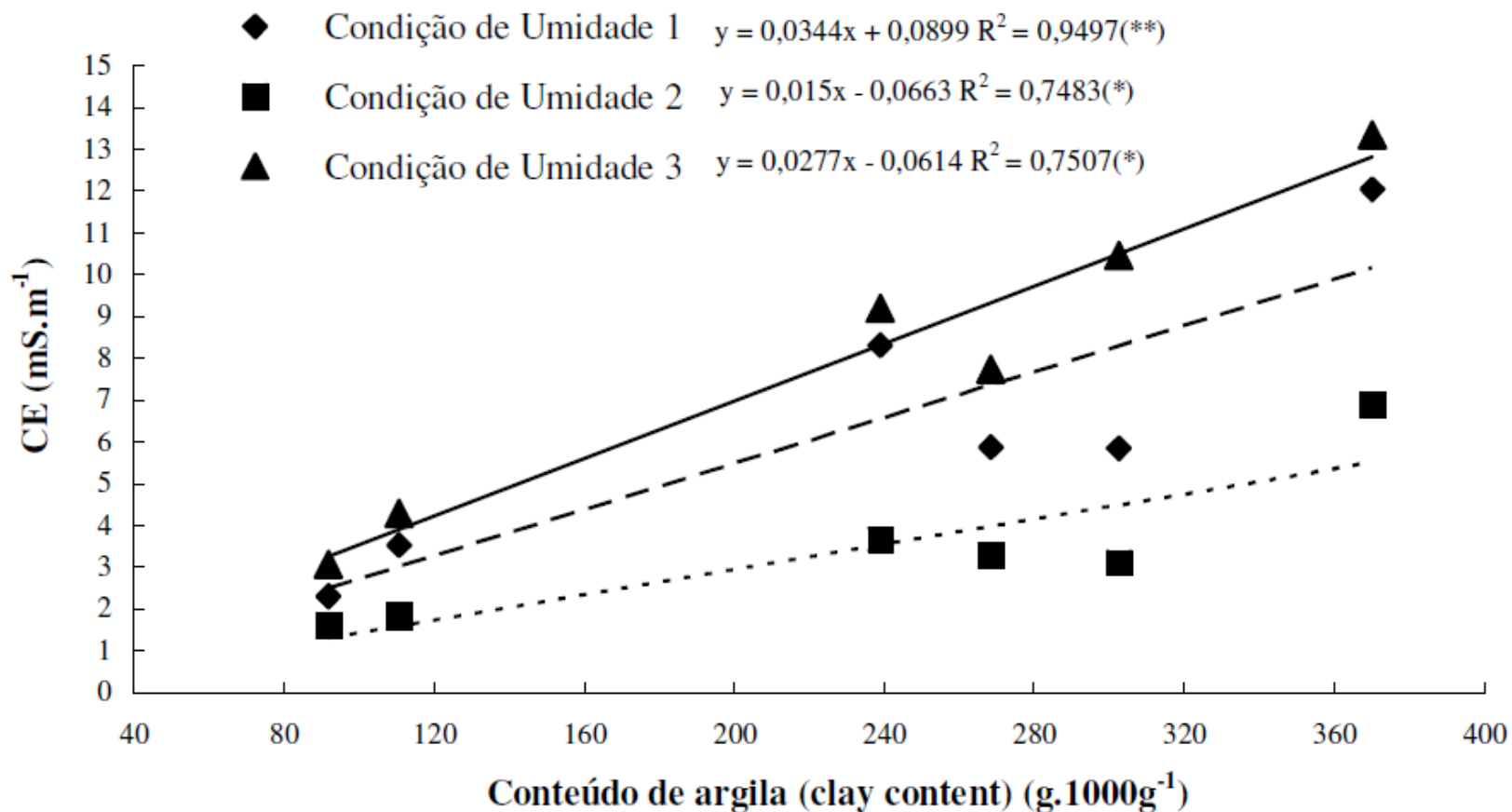
Morada: Estremoz

Data de análise: 02/10/2019

Análise do Solo

Análise	Resultados	Interpretação
Textura de Campo	Grosseira	
pH (H2O)	6,5	Pouco ácido
pH (KCl)	5,7	
Condutividade	0,13 mS.cm ⁻¹	Não salino
Matéria Orgânica	1,9 %	Baixo
Fósforo extraível	128 P ₂ O ₅ mg.kg ⁻¹	Alto
Potássio extraível	44 K ₂ O mg.kg ⁻¹	Baixo
Cálcio extraível	938 mg.kg ⁻¹	
Magnésio extraível	205 mg.kg ⁻¹	Muito alto
Azoto total	- %	
Azoto mineral	mg.kg ⁻¹	
Sódio extraível	mg.kg ⁻¹	
Boro	- mg.kg ⁻¹	-
Carbonatos	%	
Cloretos	mg.kg ⁻¹	
Cobre	- mg.kg ⁻¹	-
Ferro	- mg.kg ⁻¹	-
Manganês	94 mg.kg ⁻¹	Alto
Chumbo	- mg.kg ⁻¹	

CEa Vs % Humidade e Conteúdo em argila



Quanto maior o conteúdo de argila apresentado pelo solo, na área de estudo, maiores foram os valores de condutividade elétrica.

Já a análise de regressão entre a CE e a humidade do solo foi representada por uma equação polinomial de segundo grau, indicando que, quanto maior o teor de humidade, medida na área de estudo, maiores foram os valores de CE encontrados na área (Rabello & Molin, 2011)

Conductividade elétrica do solo

The Application of EM38: Determination of Soil Parameters, Selection of Soil Sampling Points and Use in Agriculture and Archaeology (Heil & Urs Schmidhalter, 2017)

Table 1. Overview with literature of relationships between EM38-ECa and **salinity**. (84)

Table 2. References indicating relationships between EM38-ECa and **soil texture** (32)

Table 3. Literature describing relationships between EM38-ECa and parameters of **soil water**. (40)

Table 4. Literature indicating derivations of soil types and patterns as well as further **soil parameters** from EM38-ECa. (54)

Table 5. Literature describing selection of **areas for soil sampling** with EM38-ECa. (14)

Table 6. Composition of literature with derivations of **yield maps, management zones and selection of areas for fertilization** with EM38-Eca (50)

Table 6. Composition of literature with derivations of yield maps, management zones and selection of areas for fertilization with EM38-ECa.

Study	Investigation Object	Location of Investigation
[172]	Yield maps, Soil types and EC _a	Virginia, USA
[106]	EC _a , NIR, elevation, slope with k-means clustering to define management zones	North Carolina, USA
[65]	Help for define management options with EC _a	SW, Australia
[250]	Development of predictors of vine yield from EC _a	New Zealand
[251]	Management zones in viticulture	Clare Valley, Australia
[103]	Relationship EC _a crop yield	North, east Germany
[252]	Management zones on soil NO ₃ and P sampling variability	South Dakota, USA
[253,254]	N-management zones	Belgium
[130,199,255]	Soil properties and cotton yield	California, USA
[174]	Soil pattern as basis of management zones	England
[12]	Identifying management classes with ECa (measured at high and low water content)	North-east Australia
[154]	Multi-sensor data (EM38, GPR, FieldSpec) to delineate homogeneous zones	Italy
[256]	Relationships EC _a , N-fertilizing demand	Southwest Sweden
[257]	Relationship EC _a crop yield, management zones	Brandenburg, Germany
[258]	Establishing of management zones with Corg, clay, NO ₃ , K, Zn, EC _a , corn yield data	Colorado, USA

Outros tipos de sensores

<https://ictinternational.com/>
<https://www.mmm-tech.de/de/>

- **Teor de Humidade** (temperatura, salinidade)
- pH
- Nitratos
- Oxigénio
- Tensiómetro (tensão da água no solo)
- Temperatura
- Sensor de avaliação escorrimento superficial
- ...



Delineamento Objetivo!!!!

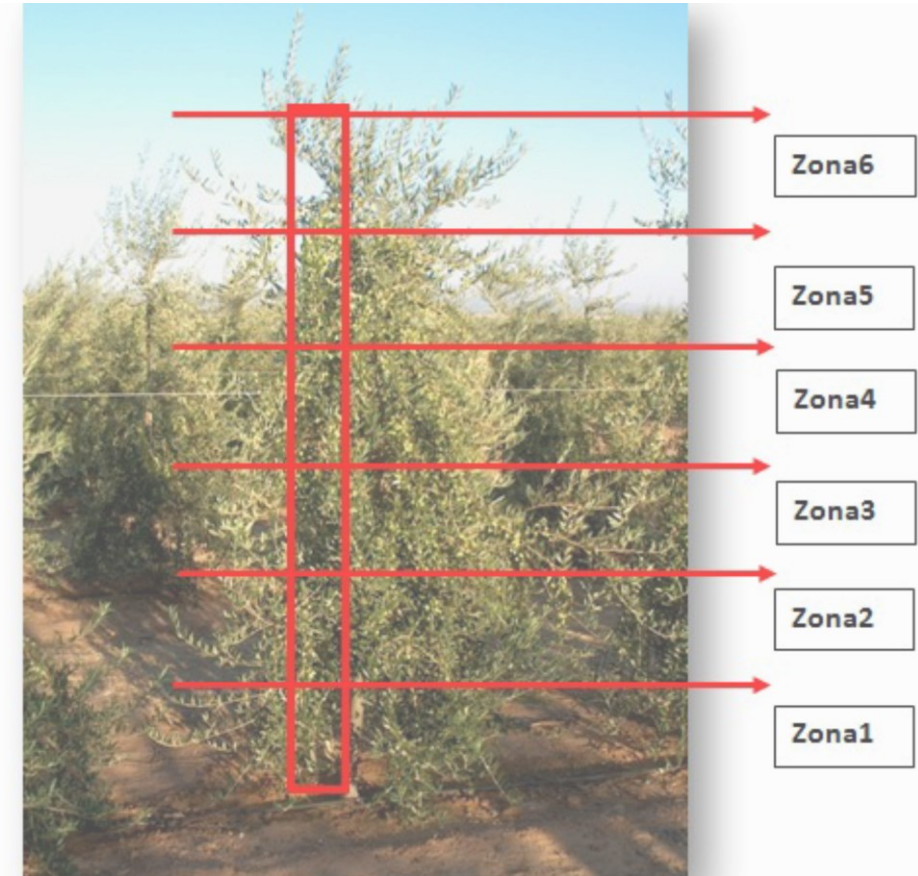


Importancia da adoção do desenho experimental/técnico

- conhecer a cultura
- traçar os objetivos

Principles of Experimental Design

- 🔗 **Control** – eliminating all other sources of variation except the factor we are manipulating.
- 🔗 **Randomization** – assigning treatments randomly to allow us to equalize the effects of unknown or uncontrollable sources of variation.
- 🔗 **Replication** – Making sure the experiment is repeatable and the experiment is conducted multiple times.



Medir – Controlar - Validar

Ex: Olival – Estados fenológicos It. Técnico – caso de estudo

Principais estados fenológicos segundo a escala BBCH da oliveira. (ad Sanz-Cortez et al. (2002)

ESTADO FENOLÓGICO	ESTADO	DESCRIÇÃO
Desenvolvimento dos lançamentos (3)	33	Os rebentos atingem 30% do seu comprimento final.
Emergência da inflorescência (5)	53	As gemas florais abrem-se e começa o desenvolvimento das flores
	55	O cacho floral está completamente desenvolvido
	57	A corola fica verde e mais longa que o cálice
Floração (6)	60	Abertura das primeiras flores
	65	Corresponde à plena floração
	68	Quando a maioria das pétalas caiu ou estão manchadas
Desenvolvimento dos frutos (7)	71	Frutos com 10% do seu tamanho final
	79	Frutos com 90% do seu tamanho final
Grau de maturidade do fruto (8)	81	Princípio da coloração do fruto
	89	Frutos já têm cor típica da cultivar
Senescência (9)	92	Maturação dos frutos, que perdem a sua turgidez e começam a cair.

Tratamentos, fertilização, poda e controlo mecânico de infestantes – caso de estudo (Falcão, 2019)

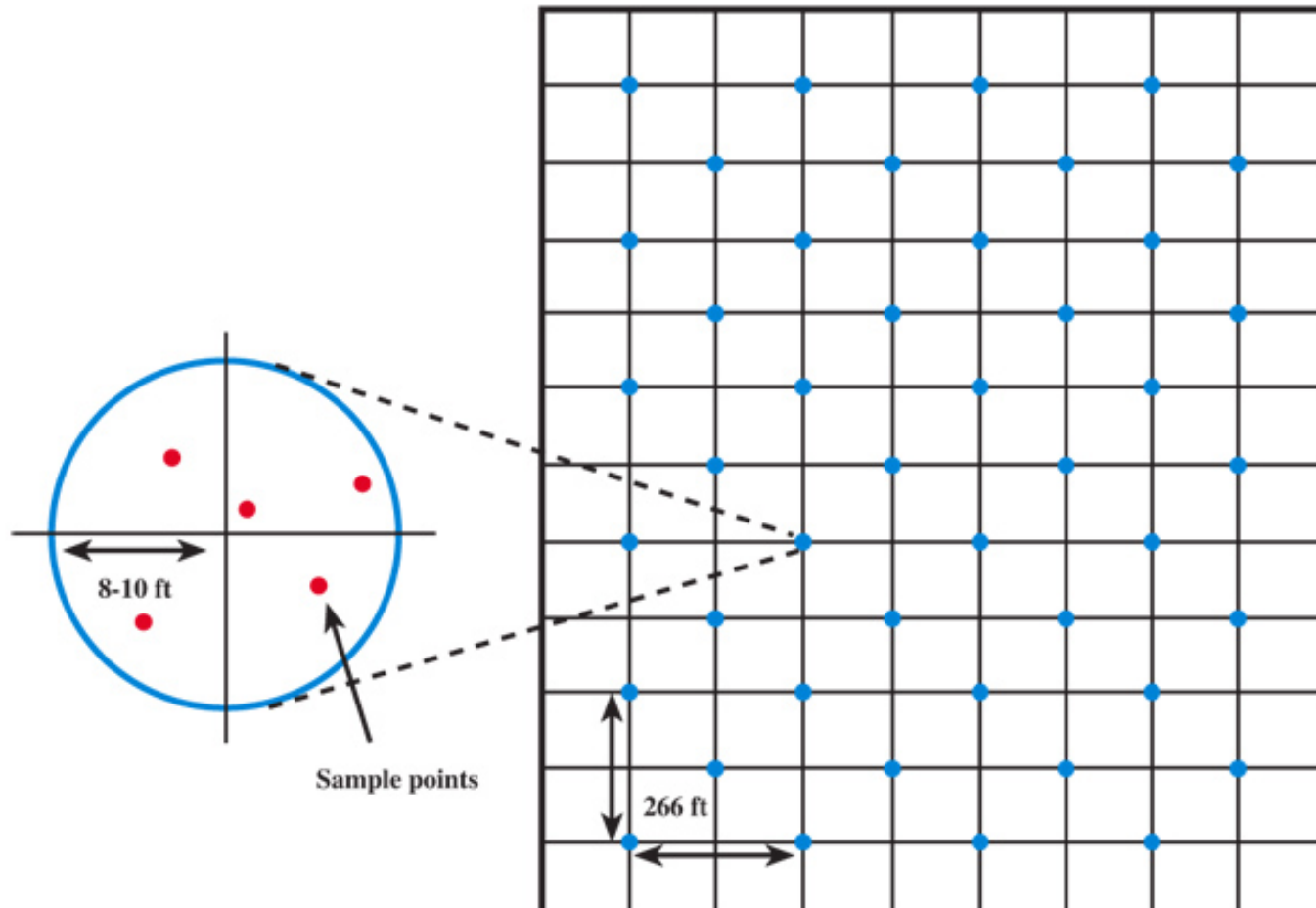
DATA	PRODUTO	SUBSTÂNCIA ATIVA	TIPO
5/fevereiro	Montana +	Glifosato +	Herbicida
	Fuego +	Oxifluorfena +	
	Genapol	Lauril Éter Diglicol Sulfato De Sódio	
20/março	Glopper	Cobre Orgânico	Fungicida (olho-pavão)
11/junho	Judo	Lambda cialotrina	Inseticida (traça)
13/setembro	DanadimProgreso	Dimetoato	Inseticida (Mosca)

UNIDADES DE NUTRIENTES APLICADOS	FERTIRREGA (Kg/ha)	ADUB. SÓLIDA+FOLIAR (Kg/ha)	TOTAL (Kg/ha)
Azoto (N)	78,5	14,5	93,0
Fósforo (P)	34,4	19,5	53,9
Potássio (K)	60,2	43	103,2
Óxido de cálcio (CaO)	-	4,08	4,08
Óxido de enxofre (SO3)	-	26,5	26,5
Óxido de magnésio (MgO)	-	4,51	4,51
Boro (B)	-	0,2	0,2
Manganés (Mn)	-	0,001	0,001
Zinco (Zn)	-	0,001	0,001
Silício (Si)	-	0,35	0,35
TOTAL	173,1	112,6	285,7

DATA	TÉCNICA
11/fevereiro	Poda mecânica - saias das árvores
3/março	Corte/destroçamento das infestantes
10/maio	Corte/destroçamento das infestantes

Amostragem probabilística (casual ou aleatória)

é uma parte importante da agricultura de precisão, pois fornece informações valiosas sobre a potencial variabilidade espacial das características do solo e da cultura.



- **Grid sampling:**

Técnica que divide o campo em uma grade para recolha de amostras de solo em cada ponto de interseção. Este método é comumente usado para recolha de dados do solo para mapear a fertilidade do solo e a variabilidade de nutrientes.

Amostragem Seletiva

- Amostragem seletiva ou por zonas: A amostragem por zonas envolve a divisão do campo em zonas de manejo com base nas características do solo ou da cultura. As amostras de solo são então recolhidas em cada zona para determinar a fertilidade do solo específica e os requisitos de nutrientes para essa área.

ex: fundir dados de topografia com dados de CE do solo para criar zonas de amostragem de solo precisas para aplicações de fertilizantes de taxa variável.



Obrigado pela vossa atenção

