

**XIII ENCONTROS VÍNICOS DO VINHO VERDE**  
(Viana do Castelo 10-11 de maio de 2024)

**Viticultura de precisão**

**Caraterização, objetivos e implementação**



**F. Santos**

[fsantos@utad.pt](mailto:fsantos@utad.pt)

<https://fsantos.utad.pt/>

## Viticultura de precisão. Caracterização, objetivos e implementação

### 1- Caracterização

- 1.1- O que é a agricultura de precisão (AP)
- 1.2- A agricultura tradicional vs a agricultura de precisão
- 1.3- Principais fatores de variabilidade na AP
- 1.4- Variabilidade do meio vs características das culturas

### 2- Objetivos da AP

- 2.1- Intervenções corretas, momento adequado, lugar preciso.
- 2.2- Benefícios da AP
- 2.3- Principais limitações da AP

### 3- Implementação da AP

- 3.1- Tecnologias utilizadas na AP
- 3.2- Diferentes fases da AP
  - 3.2.1- Recolha e processamento da informação
  - 3.2.2- Análise da informação
  - 3.2.3- Tomada de decisão
  - 3.2.4- Execução das operações culturais

## 1- Caracterização

### 1.1- O que é a agricultura de precisão (AP)

- é fazer agricultura baseada na **aplicação diferenciada dos fatores de produção** tendo em consideração a **existência de variabilidade no interior das parcelas**;
- é **gerir diferenciadamente áreas de uma parcela**, em vez de considerar esta como um todo (VRT - Variable Rate Application - taxas de aplicação variada);
- é **evitar a aplicação de uma taxa única de fatores** impedindo a sua sobre e sub aplicação nas diferentes partes homogêneas de uma parcela.

A AP inclui sistemas de **aquisição, processamento e gestão de informação** relativa à variabilidade das características do solo, plantas, meio ambiente, doenças, etc., no interior de uma parcela.

A utilização da AP está dependente de tecnologias tais como **GPS, SIG, deteção remota, geoestatística, ...**, mas inclui também os aspetos agronómicos não relacionados com estas tecnologias.



## 1.2- A agricultura tradicional vs a agricultura de precisão

Na **agricultura tradicional** a **aplicação homogénea** de fatores de produção leva à **sobre ou subaplicação destes**.

- a **sobreaplicação** conduz ao aumento dos custos de produção e à poluição do meio;
- a **subaplicação** conduz à diminuição da sua eficiência;
- a **quantidade correta** permite maximizar o desempenho dos fatores, minimizando o impacto ambiental.

A **aplicação de doses médias dos fatores em diferentes tipos de solos**, com potenciais de produção diferentes, faz **subestimar as necessidades de parte deles e a sobrestimar outras**, pelo que a entidade agronómica não deve ser a parcela, mas subunidades desta, que tenham características homogéneas.

A **variabilidade intra-parcelar** resulta:

- das **caraterísticas do solo** (propriedades físicas, mecânicas e químicas);
- das **plantas cultivadas** (estados de desenvolvimento, doenças, rendimento, qualidade, etc.);
- das **plantas infestantes**;
- do **clima**.

## Agricultura de Precisão

### *AGRICULTURA CONVENCIONAL*

vs

### *AGRICULTURA DE PRECISÃO*

**Não consideração da variabilidade espacial;**

**Área total considerada homogénea;**

**Recomendação é feita a partir de dados médios;**

**Aplicação dos fatores de produção realizada com mesma dosagem em toda a área.**

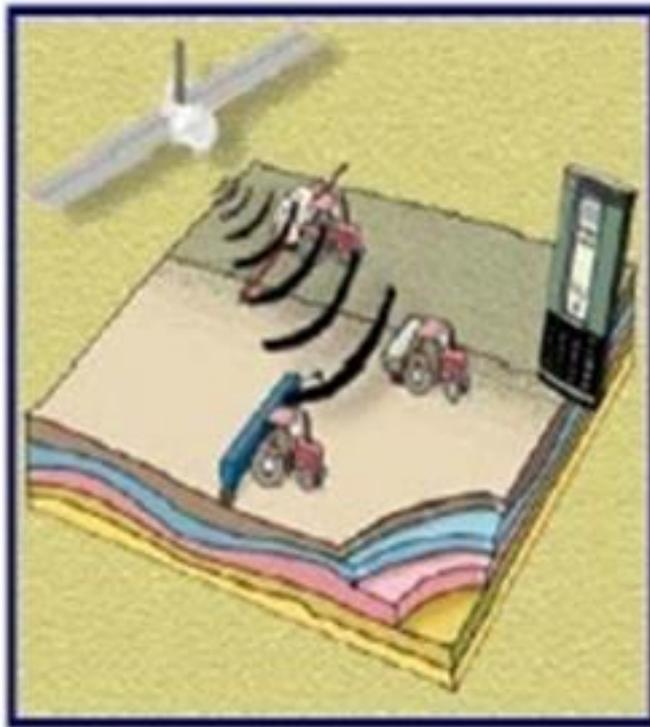
**Consideração da variabilidade espacial;**

**Área total considerada heterogénea;**

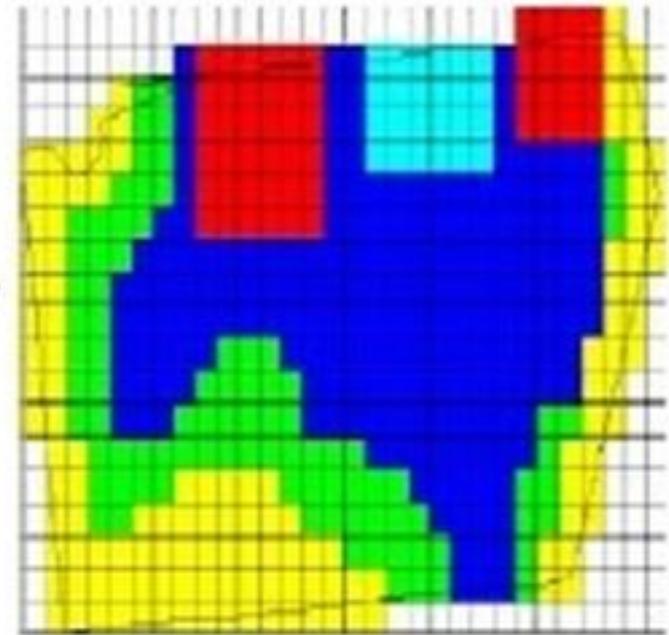
**Recomendação é específica para cada “célula”;**

**Aplicação dos fatores de produção é realizada localizadamente e a taxas variáveis.**

A AP torna um parcela de 1000 m<sup>2</sup> em 1000 parcelas de 1m<sup>2</sup>



Precision  
Farming



Com a AP em vez de se considerar a parcela como um todo consideram-se áreas homogêneas no seu interior

## 1.3- Principais fatores de variabilidade na AP

Água

Tempo

Topografia

Nutrientes

Infestantes

Pragas e doenças

Genéticos

Quantidade de sementes

Outros



Variabilidade espacial



Variabilidade temporal  
(granizo)

Estes fatores só devem ser considerados se:

- a sua **variabilidade for significativa**
- forem **espacialmente mensuráveis**
- a sua **variabilidade poder ser explicada e estabelecidas as relações espaciais**
- **apresentarem respostas espaciais às práticas culturais**
- **se obtiverem resultados positivos às práticas implementadas** (aumento da produção, redução do impacto ambiental, etc.)

## 1.4- Variabilidade do meio vs características das culturas

A análise do **efeito da variabilidade do meio nas culturas permite constatar** que:

- a cultura é o melhor sensor do ambiente onde está inserida;
- os sensores, ao medirem o que a cultura está “a sentir”, podem fornecer informações sobre a forma como direcionar a aplicação, a taxas variáveis, dos fatores de produção;
- a análise do estado das culturas pode ser feita através das suas características de **refletância espectral**;
- o mapeamento da variabilidade espacial do stress da cultura torna possível o tratamento dos fatores que interferem com esse stress, nomeadamente, as doenças, as deficiências de nutrientes e água no solo, etc.;
- na maioria das situações a dificuldade do mapeamento da variabilidade espacial do stress da cultura prende-se com a discriminação do factor responsável pelo stress, uma vez que todos eles induzem a cloroses foliares com pequenas condições de distinção, via característica espectral.

**Importante:**

O mapeamento permite identificar as áreas com stress devendo os técnicos identificar a causa do stress.

## 2- Objetivos da AP

### 2.1- Intervenções corretas, momento adequado, lugar preciso.

**Intervenções corretas.** Exemplos: aplicar a quantidade de N adequada, depositar a quantidade de semente necessária, aplicar a quantidade de pesticida correta, etc.;

**Momento adequado.** Possibilidade de fazer variar a quantidade dos fatores a aplicar sempre que necessário e não só no início da operação (ex. a aplicação do N de cobertura na altura certa);

**Lugar preciso.** Fazer variar as quantidades dos fatores em função das características das parcelas (variação intra e entre parcelas).

Para além destes objectivos deve **permitir**:

- a redução dos custos de produção;
- a proteção do meio ambiente;
- a melhoria da competitividade dos produtos (qualidade e quantidade).

## 2.2- Benefícios da AP

Aplicação dos meios de produção na quantidade certa e onde são necessários

Melhor estimativa das reais necessidades das culturas

Maior rigor na previsão das produções

Aumento dos outputs e/ou redução dos inputs

Melhoria no planeamento e gestão do tempo das atividades

Facilitar a criação de históricos das atividades e seus resultados

Facilitar as decisões dos agricultores e a escolha dos meios necessários e sua traçabilidade.

## 2.3- Principais limitações da AP

As **principais limitações** prendem-se com:

- a **obtenção de alguma da informação relativa ao solo, cultura e meio ambiente pois, sem sensores que permitam determinar de uma forma precisa, rápida e a baixo custo esta informação, não é possível generalizar-se a agricultura de precisão (tecnologia);**
- a **transferência de informação entre as várias ferramentas que integram essa informação e os sistemas informáticos de apoio às decisões (tecnologia);**
- a **definição dos procedimentos a aplicar, das estratégias a seguir para determinação das necessidades resultantes da variação das parcelas e a dificuldade da validação dos benefícios gerados (tecnologia e pessoas).**

## 3- Implementação da AP

### 3.1- Tecnologias utilizadas na AP

Computadores e software ([Software](#))

Sistemas de posicionamento global ([GPS](#))

Sensores. Sensores de contato, proximidade e remotos. Sensores de produção (mapas de produção). ([SpetraSuite](#))

Sistemas de informação geográfica ([SIG](#))

Tecnologias de aplicação variada dos inputs ([VRT](#))

Sistemas de apoio à condução

As **tecnologias** incluem **hardware** e **software** que permitem a **recolha de informação** e os **programas de gestão** dessa informação.

Os **conhecimentos** incluem a **informação** nas ferramentas de gestão maximizando o uso das **tecnologias** e os **conhecimentos agronómicos**.

## Tecnologias da AP

Monitores  
de  
produção

Deteção  
remota e de  
proximidade

Sistemas de  
apoio à  
condução

Equipamentos  
para aplicação  
variada de  
fatores (VRT)

Sistemas de posicionamento global

Sistemas de informação geográfica

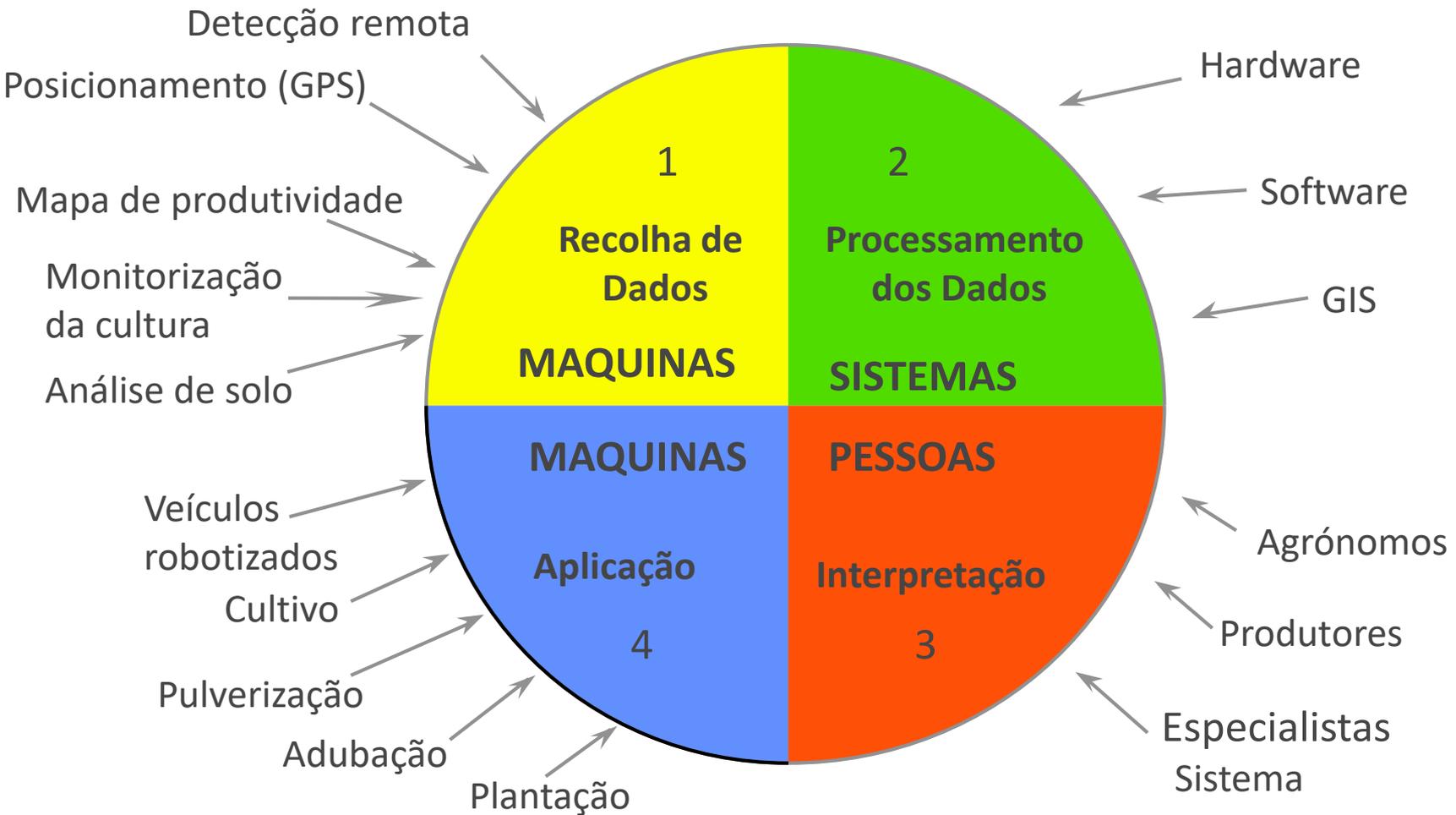
## 3.2- Diferentes fases da AP

A AP inclui as **seguintes fases**:

- **recolha e processamento da informação e sua conversão em formato digital;**
- **análise dos dados digitalizados;**
- **tomada de decisão em função da análise dos dados;**
- **execução das operações, de acordo com as variações no tempo e espaço.**

**RECOLHER → ANALISAR → DECIDIR → EXECUTAR**

## Fases da Agricultura de Precisão



## 3.2.1- Recolha e processamento da informação

**Dados que determinam e evidenciam a variabilidade do meio (ex. da Vinha Nova da UTAD):**

- dados do solo, plantas e clima ([dados xls](#));
- dados obtidos por GPS ([dados gpx](#))
- dados e imagens obtidas do Google Earth ([dados kml](#));
- dados obtidos por sensores de proximidade ([ÍndicesVegetação](#));
- imagens obtidas por sensores remotos ([Drones](#))
- Imagens obtidas por satélites ([Copernicus](#))
- bandas e índices ([bandas índices](#))

A **recolha de dados** começa, geralmente, na colheita, pois a utilização de mapas de rendimento permite identificar as áreas críticas sendo, no entanto, **necessário dispor de informação sobre as propriedades do solo, condições meteorológicas, etc.**, para se poderem tomar decisões relativas à quantidade de fatores a utilizar.

### [O sistema de satélites Copernicus](#)

(Bandas, combinação de bandas, índices de vegetação, ...)

## 3.2.2- Análise da informação

A **análise da informação** implica que esta esteja georeferenciada, ou seja, os dados medidos devem estar associados a um dado local, que é determinado por um **Sistema de Posicionamento Global Diferencial (dGPS)**, sendo a análise e gestão efetuados por **Sistemas de Informação Geográficos (SIG)**.

Os **computadores de bordo dos equipamentos** (ex. das ceifeiras - debulhadoras, máquinas de vindimar, etc.) têm instalado **programas SIG** que estão associados a **sensores** (ex. dos sensores de rendimento) e a **sistemas GPS**, que transformam os dados georeferenciados em mapas de **variabilidade**, cujos ficheiros são gravados num suporte informático, para serem utilizados na criação de **mapas de aplicabilidade** nos programas GIS, para serem utilizados nos computadores de bordo dos **equipamentos VRT**.

Os **mapas de variabilidade** são a base para a tomada de decisões pois permitem criar **cartas de predição**, que são utilizadas nos equipamentos VRT para a aplicação modulada dos fatores.

[Determinação da quantidade de fator a aplicar com base em dados de referência](#)

## 3.2.3- Tomada de decisão

A **tomada de decisão implica uma decisão operacional** que pressupõe o conhecimento da origem da variação das características intra-parcelares (fatores com > correlação com a produção) e seu impacto na operação cultural a realizar e na exploração e sua incidência no meio e **uma decisão económica**.

A interpretação da variabilidade intra-parcelar dos mapas, ex. o rendimento, é, normalmente, complexa, pois existem vários fatores que condicionam a produção.

**Os dados**, depois de estruturados (convertidos em informação), **são utilizados pelos SIG** que os convertem em mapas que, juntamente com a informação agronómica adequada (**Sistema de Suporte à Decisão - SSD**), vão ajudar à sua interpretação e à definição das condições de **funcionamento dos equipamentos VRT** (fase de modulação da ação dos equipamentos), para se fazer a aplicação modulada dos fatores.

Os **Sistema de Suporte à Decisão (modelos agronómicos)** utilizam parâmetros mensuráveis, quantitativa e qualitativamente, que traduzem as características mais ou menos estáveis no tempo (ex. dos parâmetros físicos e mecânicas do solo) e os parâmetros que evoluem rapidamente (ex. a água no solo).

## Tomada de decisão (cont.)

Os **dados estáveis ao longo do tempo** poderão ser determinados a partir de um estudo sistemático da parcela, que permita elaborar **cartas de predição**, e os **dados que evoluem rapidamente** serão obtidos por sensores utilizados para criação de **cartas de intervenção**.

As **cartas de intervenção** permitem actuações pré-programadas, ou ajustados em tempo real, a partir dos sensores, **não sendo necessários sistemas de localização (GPS)**.

Ex. de **cartas de predição (dados estáveis no tempo) - mapas de fertilização;**

Ex. de **cartas de intervenção (dados instáveis no tempo) - deteção e controlo das infestantes.**

**Soluções mistas.** A utilização de cartas de predição e intervenção, são cada vez mais utilizadas pois permitem, por exemplo, **corrigir a informação das cartas em tempo real**, tendo em consideração o estado de desenvolvimento da cultura ou de acidentes que tenham ocorrido posteriormente à criação das cartas de predição.

**Solução mista (exemplo).** A aplicação de azoto que, no início, pode ser efectuada com base em análises do solo e depois, em função dos dados medidos por sensores e das necessidades reais da cultura, durante o desenvolvimento vegetativo.

## O programa QGIS

Instalação

Configuração

Instalação de plugins

Incorporação da informação existente

Determinação de mapas de variabilidade dos fatores com maior correlação com a produção

Determinação de mapas de preconização dos fatores com maior correlação com a produção

Gravação dos mapas de preconização para utilização nos equipamentos VRT.

**Apresentação do QGIS**

## 3.2.4- Execução das operações culturais

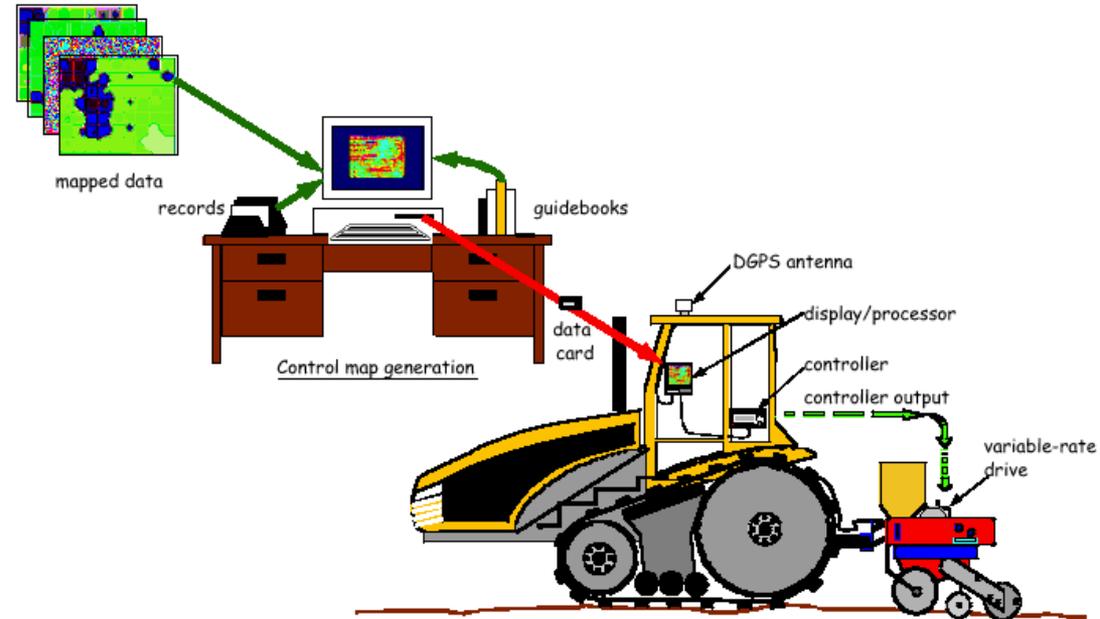
**Consiste na implementação, no terreno, da tomada das decisões**, para que os equipamentos apliquem diferentes quantidades de fatores de produção de acordo com as características da parcela, ou seja, que façam a modulação das doses dos fatores a aplicar.

O **funcionamento dos dispositivos** que permitem variar continuamente a regulação dos equipamentos, que é da responsabilidade do construtor, **está praticamente resolvido** para a maioria das situações, não acontecendo o mesmo com a compatibilidade na troca de informação e utilização de programas nas diferentes marcas.

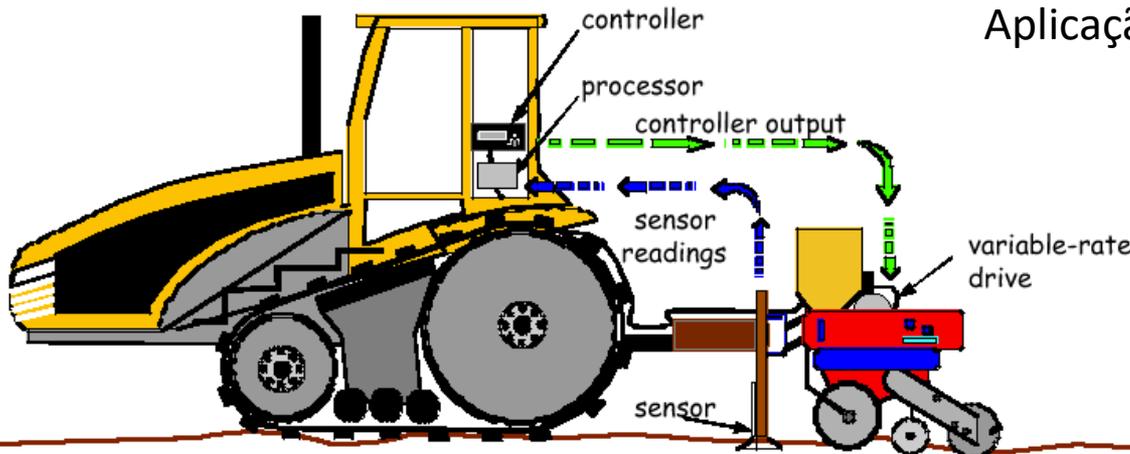
A **aplicação diferenciada (modulação)** pode ser:

- **efetuada em tempo real**, quando os **sensores atuam diretamente nos equipamentos durante o trabalho**;
- **efetuada em diferido**, utilizando cartas de predição, **relacionadas com a operação cultural a realizar**.

**Nas cartas de predição**, que é a situação mais frequente, **a qualidade dos mapas depende da informação recolhida na parcela, do seu tratamento geoestatístico e da qualidade dos modelos agronómicos utilizados**.



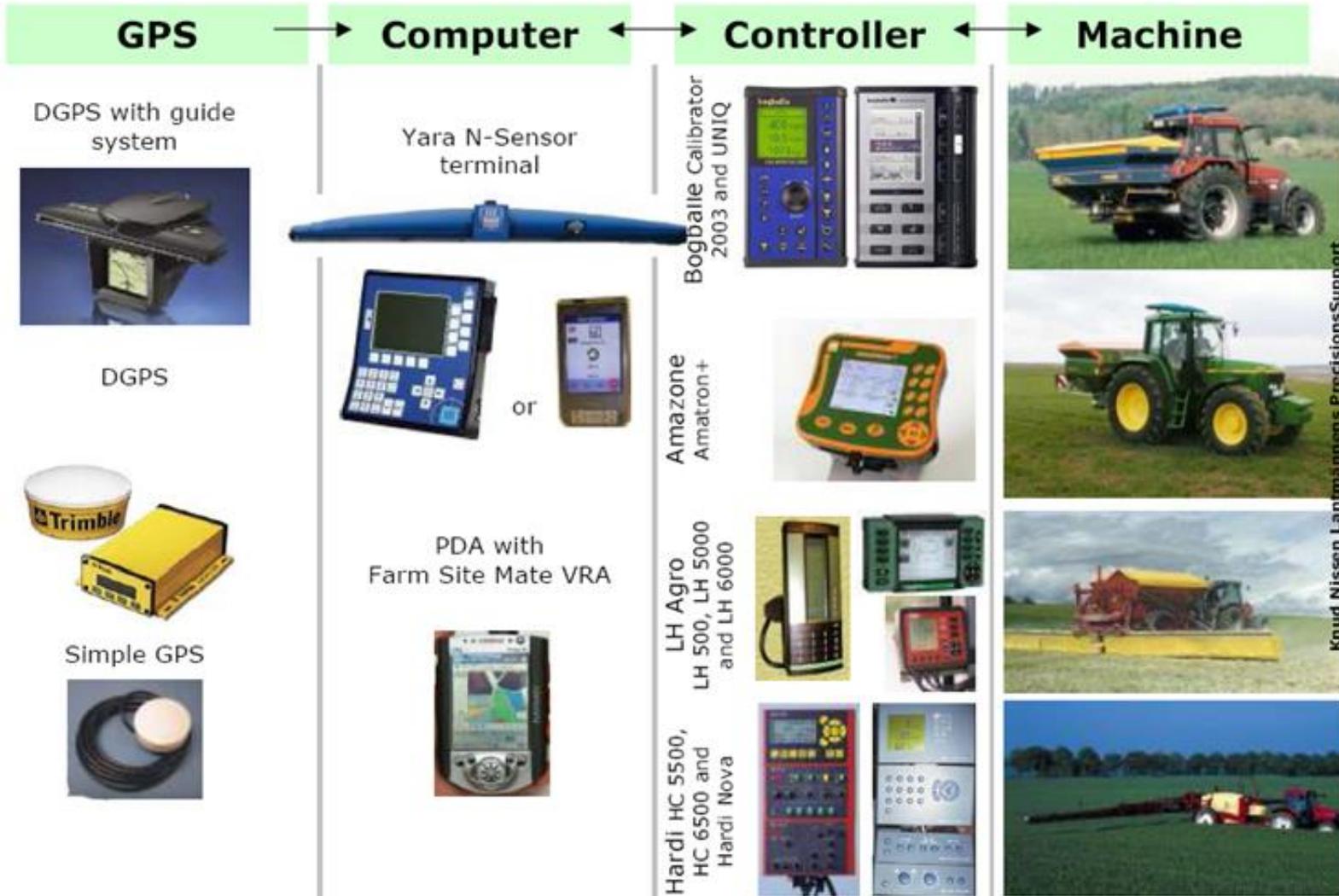
Aplicação modulada com **cartas de predição**



Aplicação modulada em **tempo real**

[Vídeos VRT](#)

## Material necessário para a aplicação controlada dos produtos



Knud Nissen Lantmännens PrecisionsSupport

**Agricultura de Precisão:**

[Bibliografia](#)

[Vídeos Copernicus](#)

[Vídeos QGIS](#)

**Agricultura Geral:**

[Bibliografia](#), [Palavras chave](#)

**OBRIGADO**

Apresentação disponível em:

[https://fsantos.utad.pt/Bibliografia/24\\_XIII\\_Encontros\\_Vinicos\\_do\\_Vinho\\_Verde.pdf](https://fsantos.utad.pt/Bibliografia/24_XIII_Encontros_Vinicos_do_Vinho_Verde.pdf)