

# Tecnologias de ponta na agricultura

Resultados dos projetos PrunusBOT, PrunusPOS e Pack2Life

**Pedro Dinis Gaspar**

Universidade da Beira Interior (UBI)

- Atualmente assiste-se a:
  - Aumento da população mundial:
    - 9,8 mil milhões de habitantes em 2050 (UN, 2016).
  - Aumento da população a viver em zonas urbanas:
    - 68% em 2050 (UN, 2018).
  - Desertificação do espaço rural.
  - Alterações climáticas (pressão sobre os recursos do planeta).

# Desenvolvimento Sustentável - 17 Objetivos



- **Urge a necessidade de desenvolver:**
  - Métodos,
  - Técnicas,
  - Procedimentos,
  - Tecnologias
  
- **capazes de fazer frente a estas dificuldades atuais e que serão muito mais relevantes no futuro.**

- **Uma das áreas de investigação mais relevantes neste temática é a aplicação de tecnologias de vanguarda como:**
  - Robótica,
  - Processamento de imagem,
  - Sistemas de monitorização remota,
  - Inteligência artificial,
  - Embalamento ativo e inteligente,
  - Métodos de apoio à decisão.

- A aplicação de novas tecnologias na agricultura pode promover:



# **VISÃO COMPUTACIONAL & INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

- Operação de sistemas robóticos são fundamentalmente baseadas em aquisição e processamento de imagem.
- Uso de câmaras híper e multiespectrais para classificação e reconhecimento de imagens relativas:
  - ao conteúdo de água,
  - nível de nutrientes,
  - doenças e pragas
  - características agronómicas
  - estimativas de produção...

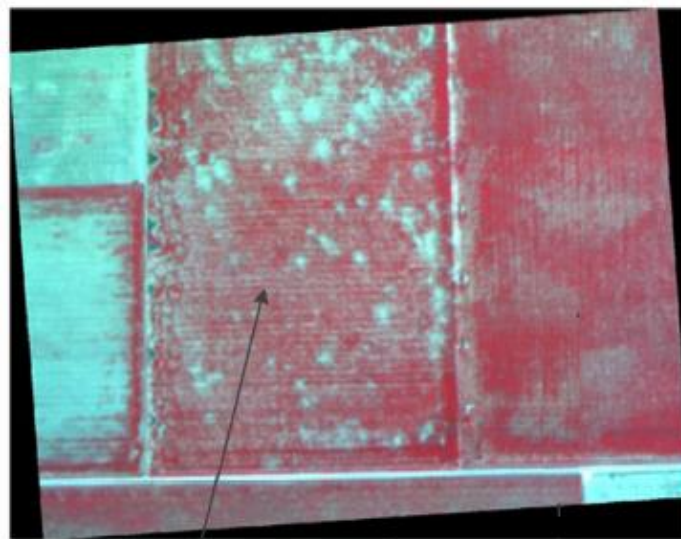


- Doenças de plantas e pragas podem ser detetadas com análise de imagens:
  - Redução da biomassa;
  - Lesões ou pústulas devido a infeção;
  - Destruição de pigmentos (clorofila, carotenóide, antocianina, etc.).



Diferentes doenças das folhas de toranja

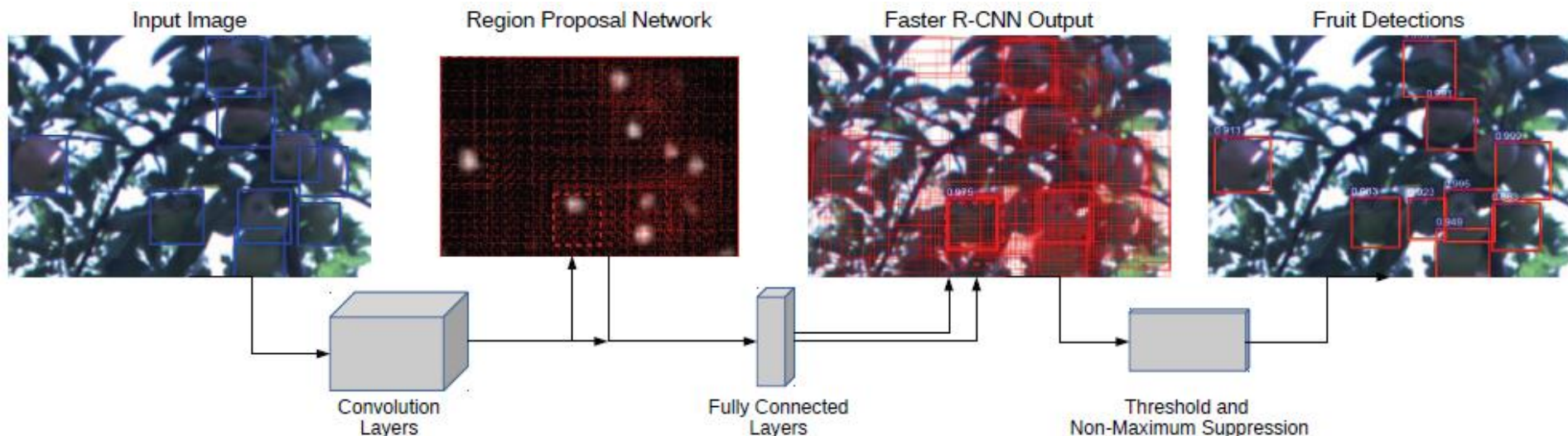
- Doenças de plantas e pragas podem ser detetadas com análise de imagens:
  - Utilização da matriz de co-ocorrência em imagens para análise de texturas para deteção de doenças.



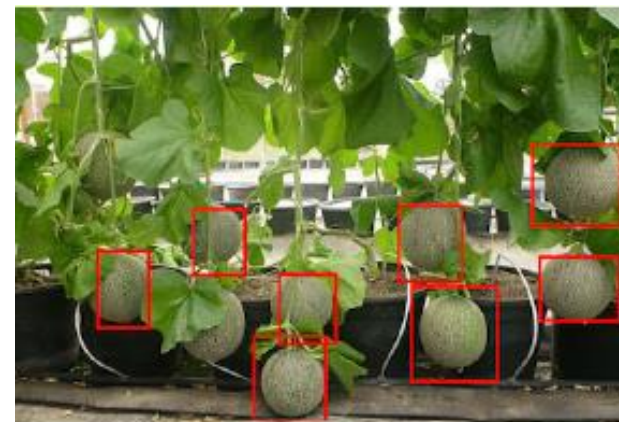
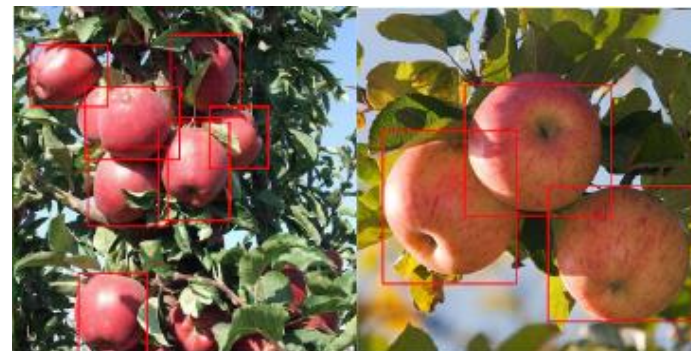
Danos causados pelo  
pulgão de trigo russo

- **Estimação de produção de frutas**
  - Fazendo uso de técnicas de inteligência artificial (Redes Neurais Artificiais Convolucionais, C-RNA), utilizam-se vários modelos para deteção e contagem de frutos.
  - Alguns modelos são relativos a:
    - Detecção de objetos em imagens
    - Segmentação de imagem.

- **Modelos de Detecção de Objetos**
  - Faster R-CNN: método de 2 estágios, i.e., possui 2 RNA:
    - 1 RNN destinada a propor regiões que contem objetos
    - 1 RNN com o objetivo de classificar os objetos



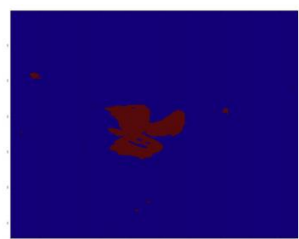
- Exemplos de Resultados de Detecção de Frutos



- Exemplos de Resultados de Deteção de Frutos



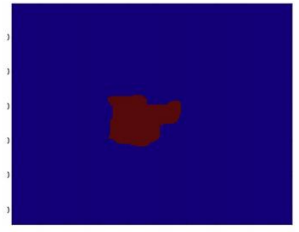
a: Original RGB image.



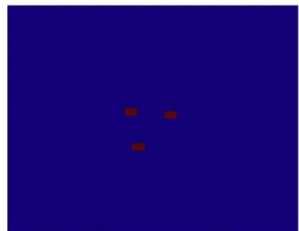
b: Binary image after thresholding.



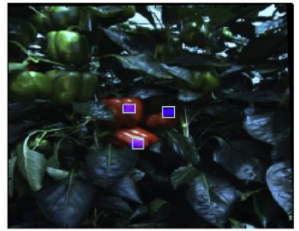
c: Binary image after morphological opening operation.



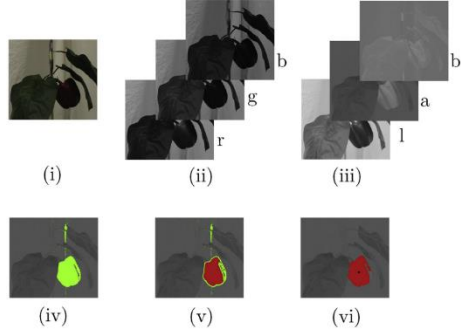
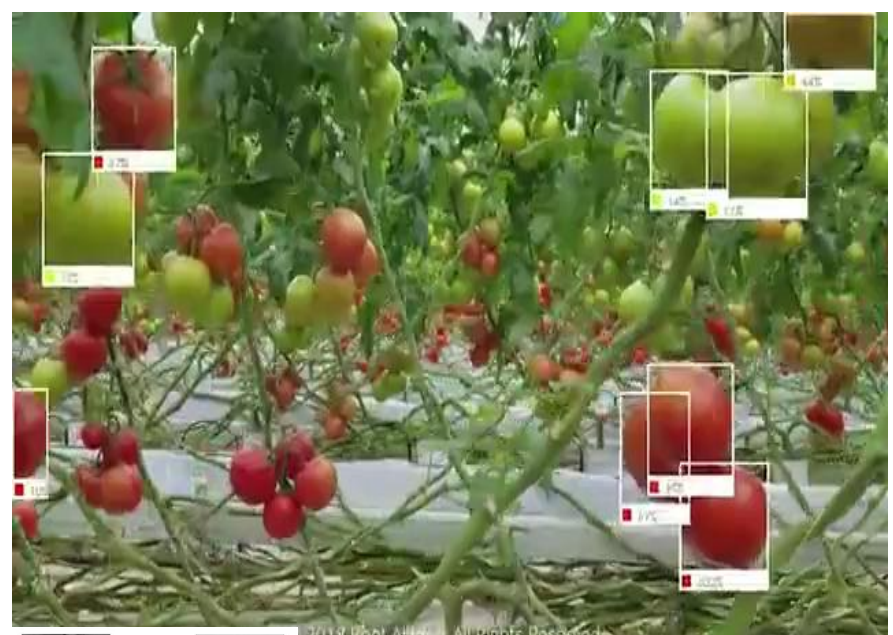
d: Binary image after morphological closing operation.



e: Binary image after fusion with depth data.



f: RGB image with layout of the detected sweet-peppers.



- Ex: Resultados de Detecção de Frutos
  - Previsão da produção de prunóideas

# PrunusBOT

Sistema robótico aéreo autónomo de pulverização controlada e previsão de produção frutícola



Valério  
&  
Silva

Gonçalo  
Batista



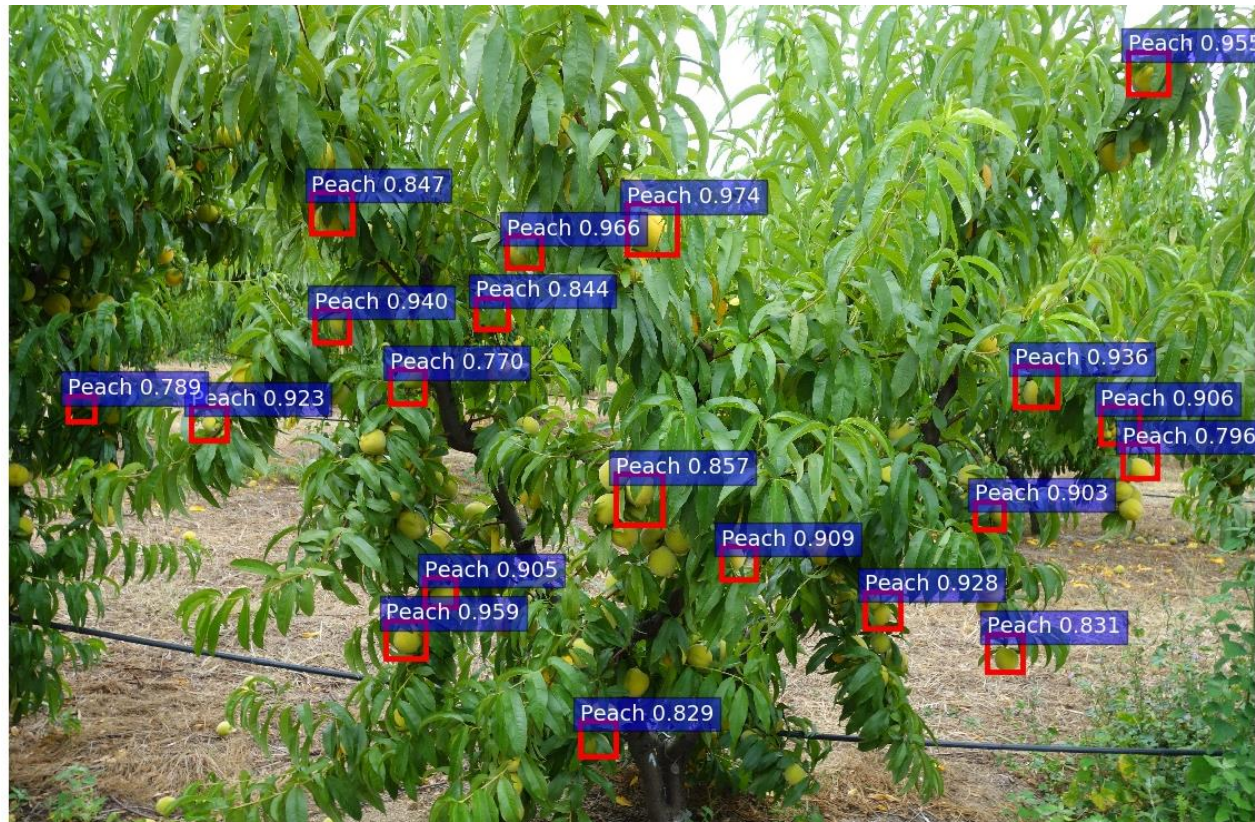
UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu Agrícola  
de Desenvolvimento Rural

A Europa Investe nas Zonas Rurais

- Ex: Resultados de Deteção de Frutos
  - Deteção e classificação de pêseços

PrunusBOT





- **Dificuldades e constrangimentos na estimativa de produção baseada na contagem de frutos:**
  - Desafio 1: variação na iluminação natural.
  - Desafio 2: oclusão de frutas causada por folhas, galhos e outras frutas.
  - Desafio 3: múltiplas deteções da mesma fruta em imagens sequenciais (registo incorreto causará erros de contagem).

# ROBÓTICA AÉREA

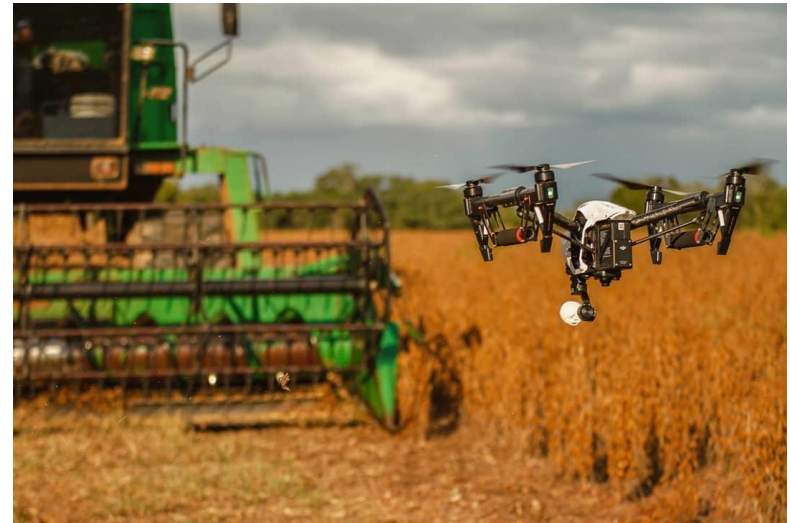
- **Aplicação de sistemas robotizados autónomos destinados a operações de análise e atuação nas culturas:**
  - Previsão de produção,
  - Afugentar pássaros,
  - Mapeamento,
  - Eliminação de ninhos de vespas,
  - Vigilância e Segurança.
  - Etc...



- Drones: sistema eletrónicos multifunções, com estrutura de asa fixa ou multirotores, podendo ser autónomos, ou não.



- **Utilização de drones na agricultura:**
  - Gestão de recursos,
  - Economia de tempo,
  - Aumento do rendimento,
  - Capacidade multidisciplinar,
  - Poupança monetária.



- **Voos autónomos:**

- Controladora para pré-programação de voos;
- Parâmetros de voo pré-programados em software.
- Voo: uso de sensores para ajustar rotas ou captar dados:  
p.ex. câmaras (Visão Computacional), LIDAR, ultrassom,...)



- Voo: uso de RTK para redução do erro de posicionamento do GPS.



○ Exemplo:



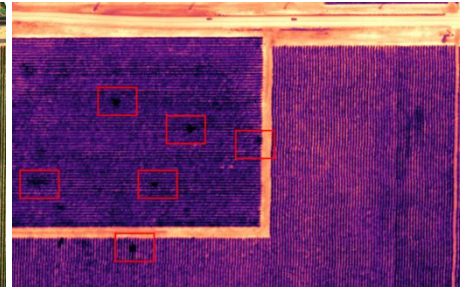
- Exemplo: Câmaras multi e hiperespectrais



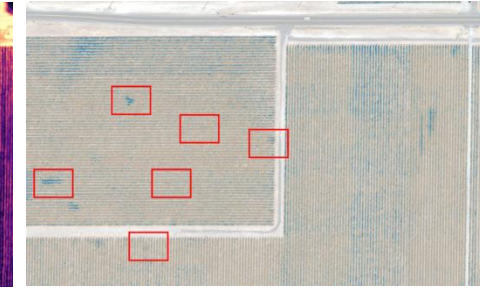
**A)** Imagem RGB de vinha.



**B)** Fugas na irrigação = crescimento excessivo.



**C)** Imagem TIR = Facilmente detetado.



**D)** Índice NDRE = Novas fugas s/ impacto na cultura detetadas.



- Cultura do pêssego
  - Previsão da produção pela deteção de imagem

# PrunusBOT

Sistema robótico aéreo autónomo de pulverização controlada e previsão de produção frutícola



Valério  
&  
Silva

Gonçalo  
Batista



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu Agrícola  
de Desenvolvimento Rural  
A Europa Investe nas Zonas Rurais

- Cultura do pêsego
  - Detecção e classificação de pêsegos
  - Previsão da produção

PrunusBOT



- **Vantagens:**

- Versáteis,
- Grande mobilidade,
- Baixa manutenção,
- Baixo porte,
- Baixo custo,
- Longo alcance.

- **Desvantagens:**

- Baixa relação peso-carga,
- Suscetível às condições climatéricas,
- Voos com tempo limitado.

# ROBÓTICA TERRESTRE

- **Aplicação de sistemas robotizados autónomos destinados a operações de análise e atuação nas culturas:**
  - Aplicação localizada de fertilizantes e/ou herbicidas,
  - Operações de monda e de colheita automatizada,
  - Monitorização de culturas,
  - Manuseamento e transporte de cargas,
  - Tratores robô.

- Cultura da Maçã



Abundant Robotics



FFrobotis

## ○ Cultura da Maçã



- Cultura do Morango



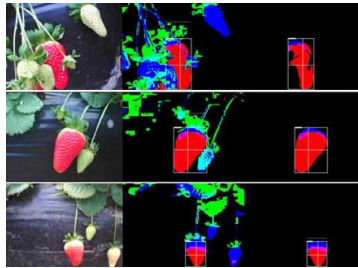
Octinion



Agrobot



## ○ Cultura do Morango



## ○ Cultura da Laranja



Energid



## ○ Cultura do Kiwi



RoboticsPlus



- Cultura do Tomate

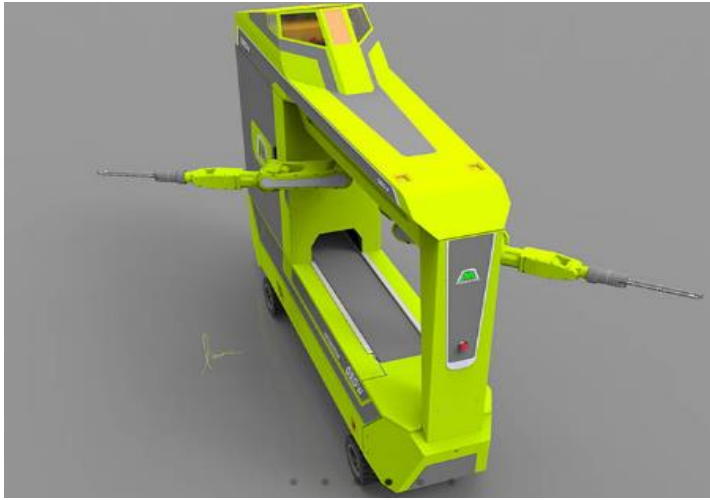


GROW



Root AI

## ○ Cultura do Tomate



## ○ Cultura do Pimento



Sweeper



Harvey

## ○ Cultura do Pimento



- Cultura do pêssego
  - Pulverização particularizada de herbicida
  - Apanha de frutos caídos do chão

# PrunusBOT

Sistema robótico aéreo autónomo de pulverização controlada e previsão de produção frutícola



Valério  
&  
Silva

Gonçalo  
Batista



UNIÃO EUROPEIA

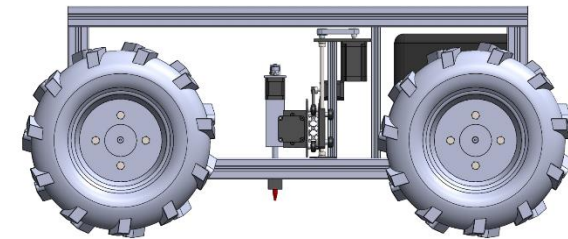
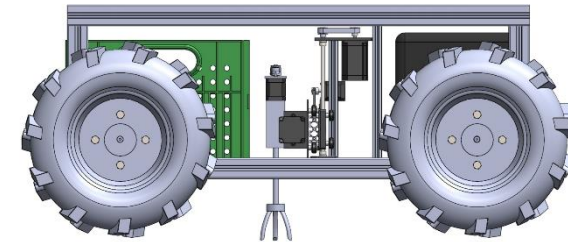
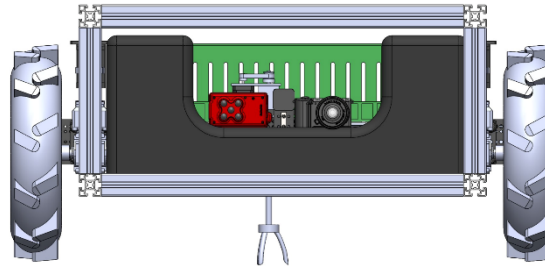
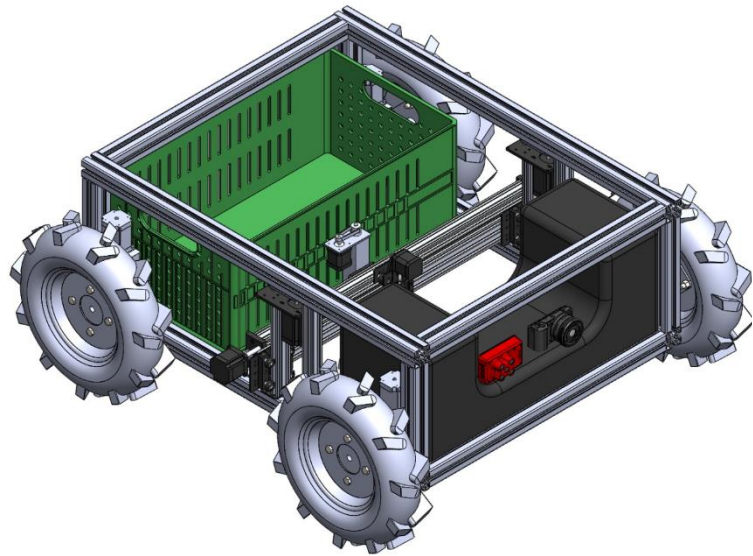
Fundo Europeu Agrícola  
de Desenvolvimento Rural

A Europa Investe nas Zonas Rurais



- Cultura do pêsego
  - Pulverização particularizada de herbicida
  - Apanha de frutos caídos do chão

PrunusBOT

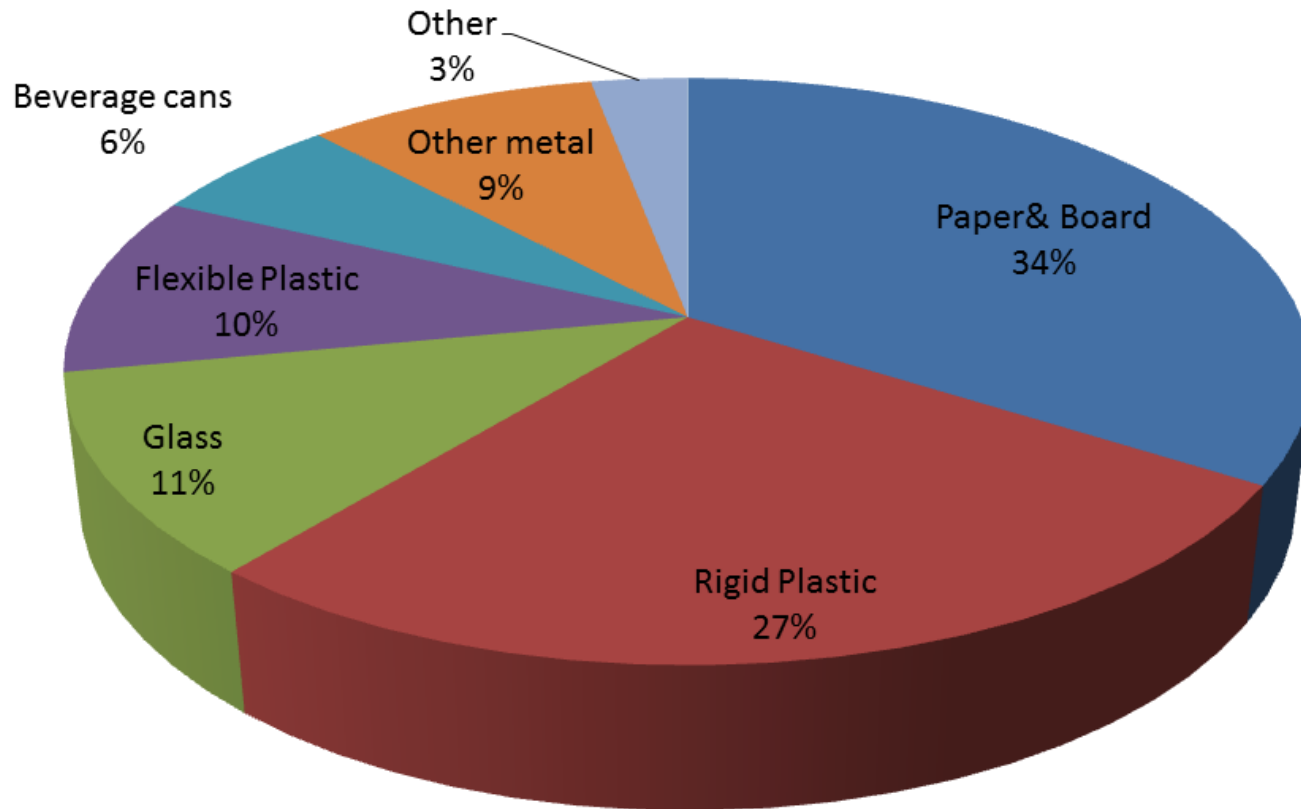


# **EMBALAMENTO ATIVO E/OU INTELIGENTE**

- O que é uma embalagem ?
- As principais funções do embalamento (Ghaani *et al.*, 2016):
  - Proteção,
  - Contenção,
  - Conveniência
  - Comunicação,

- **Vantagens da utilização de uma embalagem**
  - Minimização das perdas no processo pós-colheita.
  - Economiza os custos de transporte e armazenamento.
  - Fornece à embalagem condições de segurança e higiene.
  - Protege a qualidade do produto durante o transporte e a comercialização.
  - Protege contra as contaminações químicas ou biológicas.
  - Fornece aos consumidores informações nutricionais sobre o conteúdo.

- **Materiais mais comuns no fabrico de embalagens:**

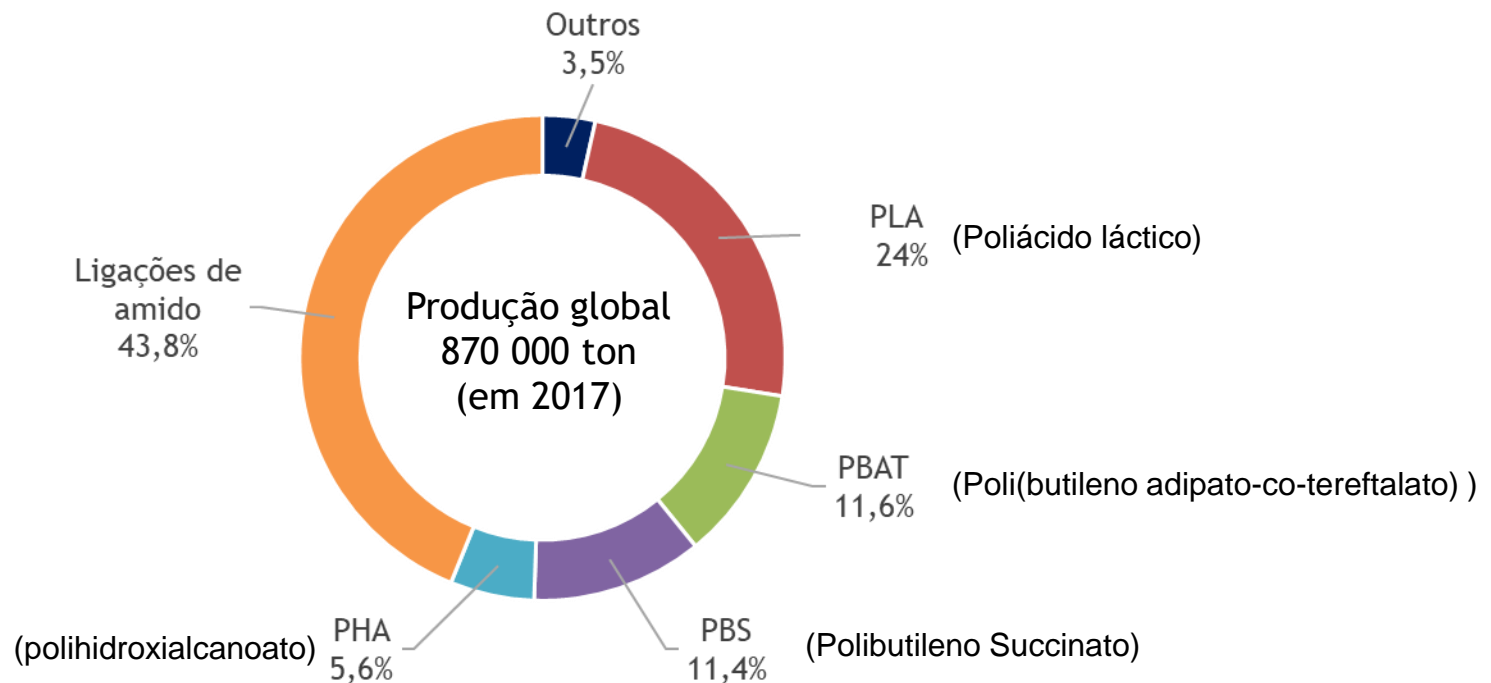


(Food Packaging Forum, 2012)

- Na indústria, um dos principais fatores na escolha do material é o preço e a durabilidade.

Material	Preço	Reutilizável	Reciclável	Degradável	Resistente	Estanque	Contaminante
Plástico	Baixo	✗	✓ Polímeros termoplásticos	✓	✗	✓	✓
		✓	✗ Polímeros termofixos Plásticos multicamada	✗	✓		
Vidro	Alto	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Papel e cartão	Baixo	✗	✓	✓	✗	✗	✗
Metal	Alto	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Madeira	Baixo	✓	✓	✓	✓	✗	✗

- Indústria do plástico mais sustentável a ser alcançada até 2030, ao tornar as embalagens recicláveis para incentivar a economia circular (EU, 2018). Proporção de produção de polímeros biodegradáveis:



Fonte: Haider *et al.*, (2019)

- **Novos materiais têm sido alvo de investigação, como exemplo:**
  - Materiais de mudança de fase (PCMs),
  - Folha de bananeira,
  - Folha de palmeira,
  - Fibra da cana de açúcar,
  - Nano compósitos,
  - Materiais isolantes.



**A)** Papel de fibra de bananeira



**B)** Folhas de palmeira prontas para utilizar.



- **Materiais de mudança de fase (PCMs)**

Podem ser de origem orgânica, inorgânica, eutética ou de base biológica.



**A)** Acumuladores de gel flexíveis.



**B)** Gel Hidratável em Folha.



**C)** Manta de gel Hidratável.

- Embalagem de alto desempenho



High performance packaging



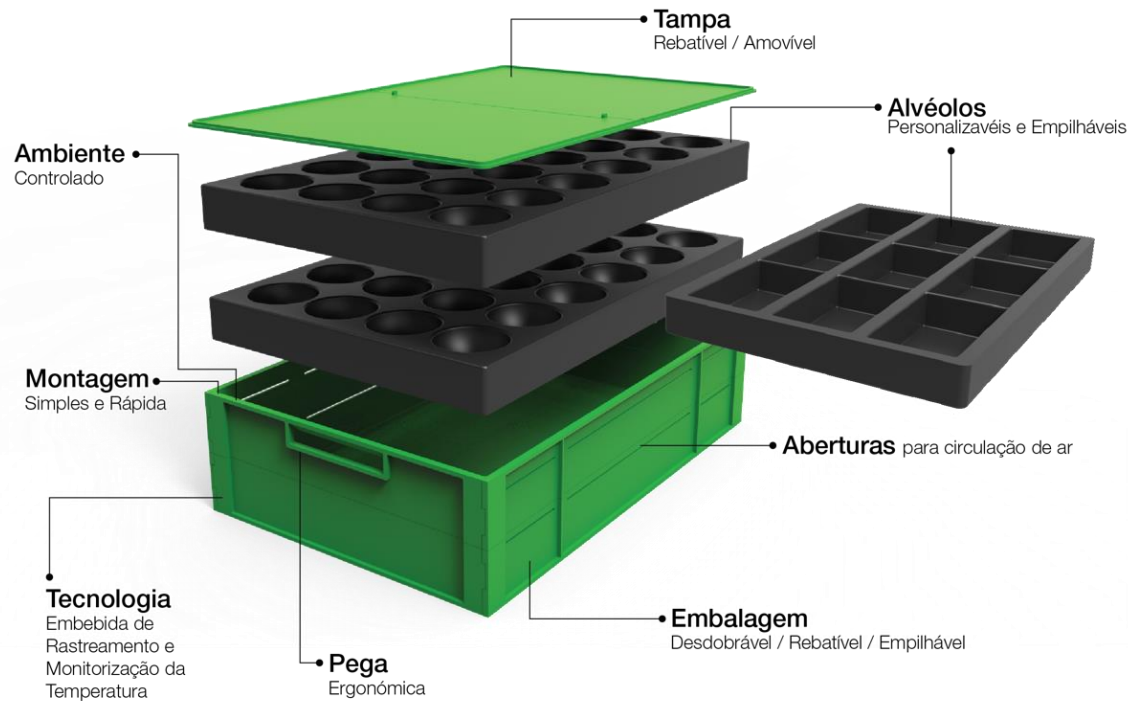
Cofinanciado por:



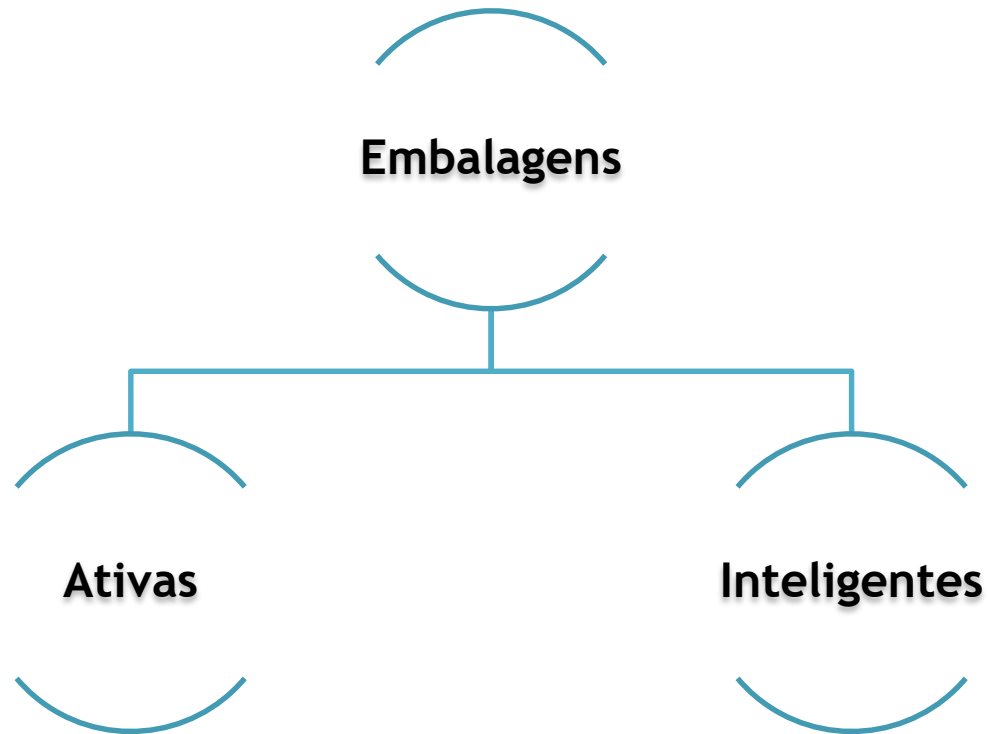


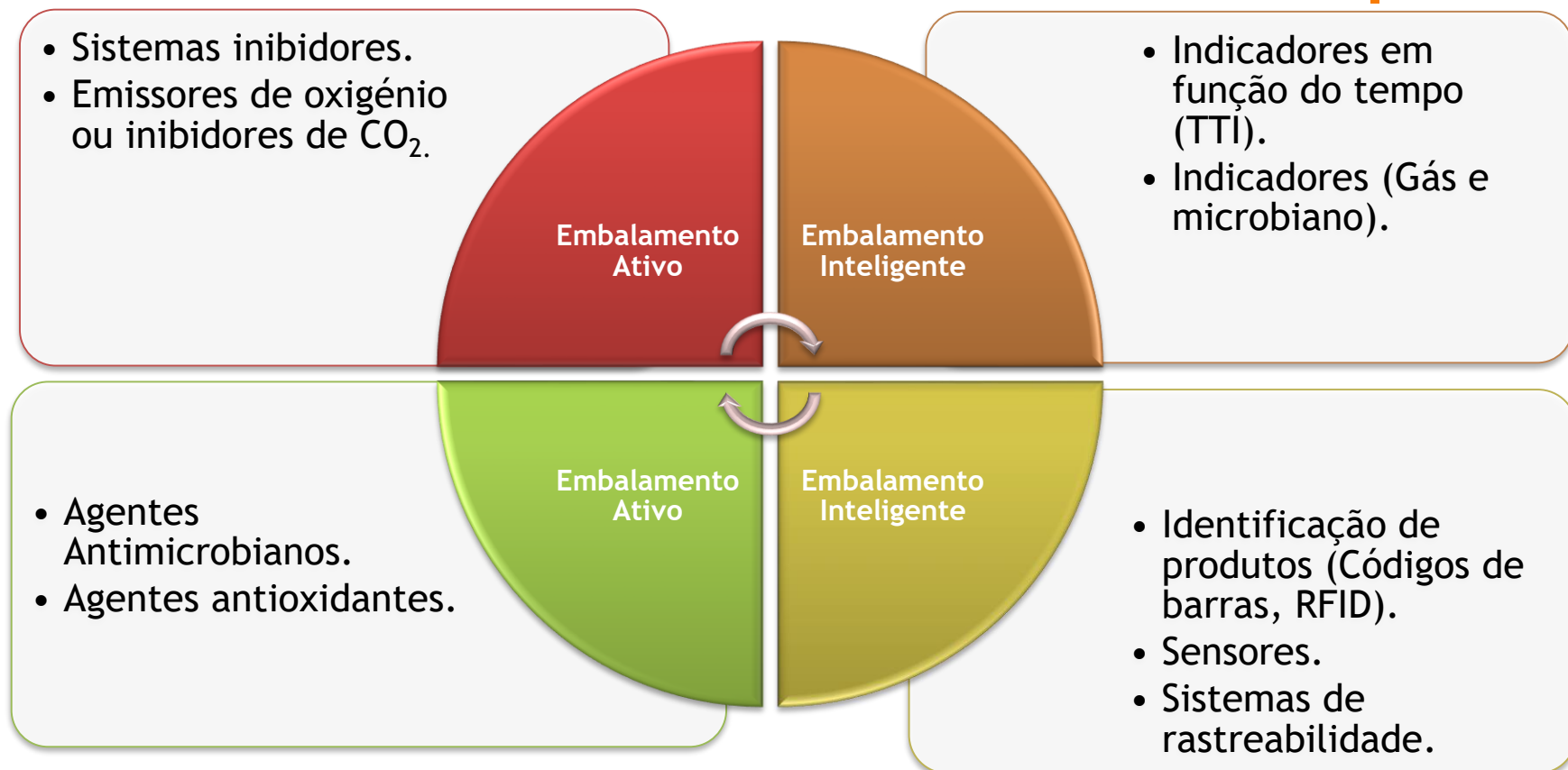
## ○ Embalagem de alto desempenho

- Extensão do tempo de vida dos produtos
- Monitorização de parâmetros (T, HR, etileno, CO2,...)
- Versátil
- Modular
- Robusta
- Novos materiais
- Novas tecnologias
- 100% reciclável



- Que tipo de embalagens existem?





Fonte: Angiolillo *et al.*, (2017)

## ○ Embalamento Ativo

Componentes que libertam, absorvem, ativam ou suprimem substâncias para o produto no interior da embalagem ou ambiente circundante, com o intuito de prolongar a vida útil.

(Realini & Marcos, 2014)



Embalagem com filme estanque que protege contra o ambiente (MAP) (ActivePackaging)



Embalagem com indicador de maturação (RipeSense)



## ○ Embalamento inteligente

- Execução de funções inteligente:
  - monitorização,
  - rastreabilidade,
  - registo de informações,
  - comunicação e aplicação de métodos científicos,
- Facilitador da tomada de decisões em relação:
  - Gestão de logística e operações,
  - Análise de qualidade e segurança.



Embalagem inteligente da SmartRipe



TEKON Registador Metrológico

- **Embalamento inteligente**
  - Embalagem de alto desempenho
  - Rastreabilidade em tempo real

# PRUNUSPÓS



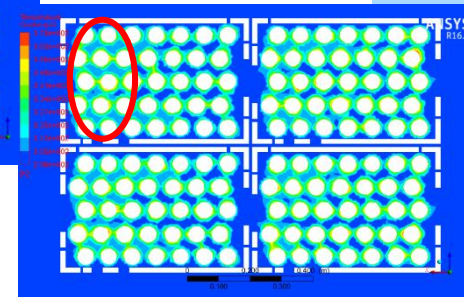
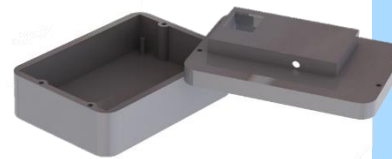
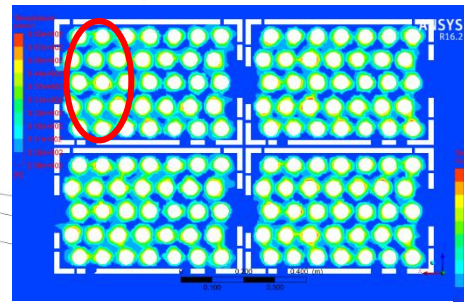
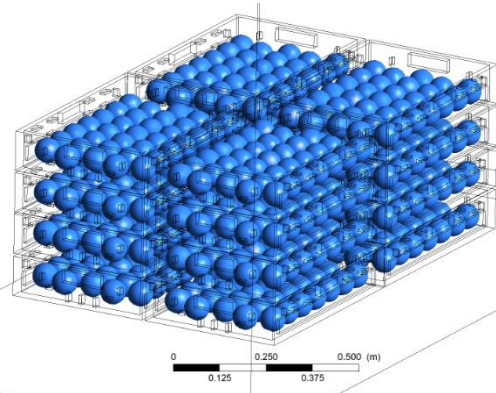
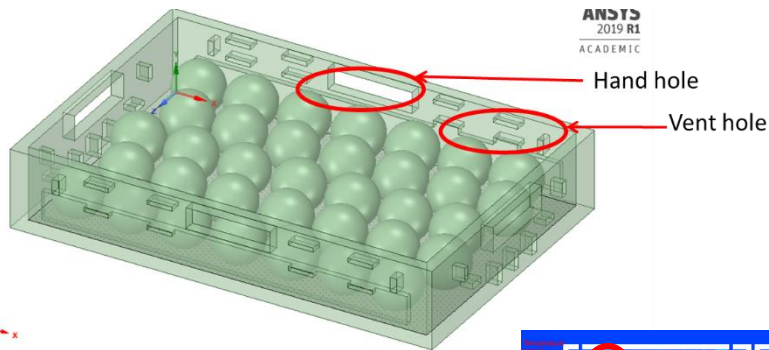
Otimização de processos de armazenamento, conservação em frio e embalagem inteligente no pós-colheita de produtos frutícolas





## ○ Embalamento inteligente

- Embalagem de alto desempenho
- Rastreabilidade em tempo real



# PRUNUSPÓS



- **Implicações ENORMES** da aplicação de novas técnicas e tecnologias na agricultura no desenvolvimento sustentável do planeta.
- São **inegáveis** as dificuldades e constrangimentos da aplicação destes sistemas tecnológicos às situações reais e dinâmicas que caracterizam a agricultura.
- São **requeridos INÚMEROS e EXIGENTES** esforços em termos de investigação e desenvolvimento nesta temática.

# Agradecimentos

---

- À equipa UBI (Ricardo, André, Diogo, Eduardo, Sara, Adhi, Sasi)
- Aos parceiros do consórcio

---

**Grato pela atenção**

**Questões?**