

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

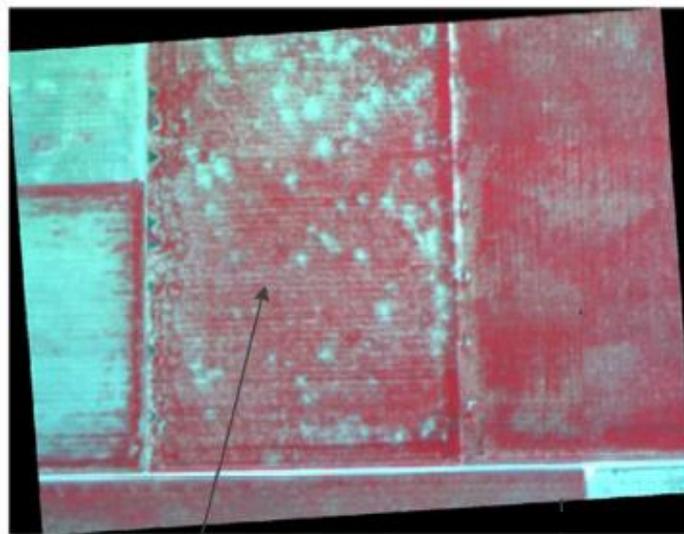
- Operação de sistemas robóticos são fundamentalmente baseadas em aquisição e processamento de imagem.
- Uso de câmaras híper e multiespectrais para classificação e reconhecimento de imagens relativas:
 - ao conteúdo de água,
 - nível de nutrientes,
 - doenças e pragas
 - características agronómicas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

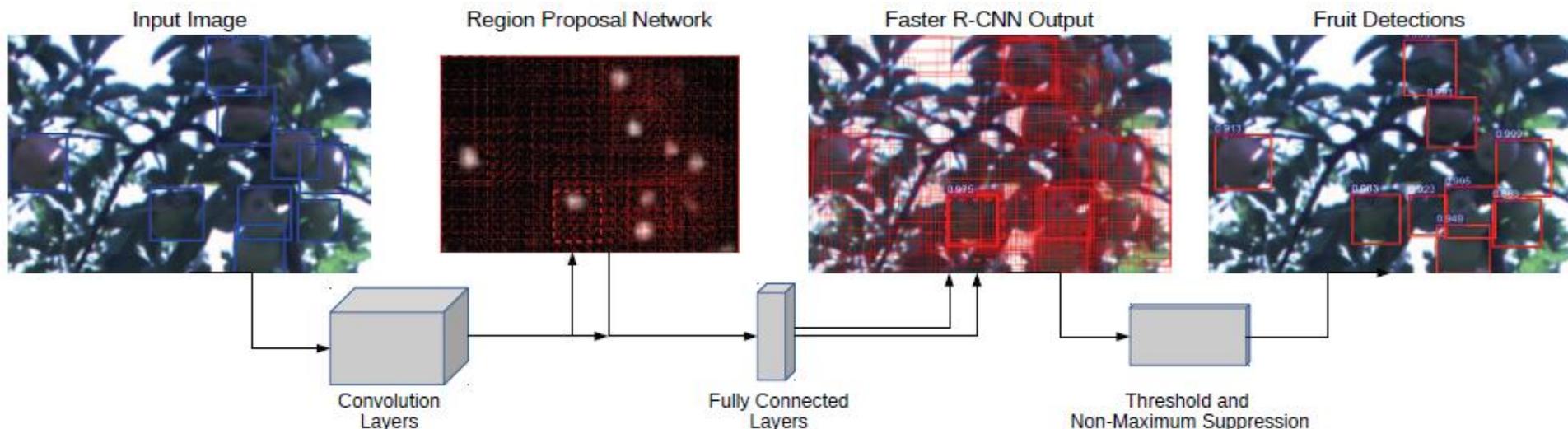
- Doenças de plantas e pragas podem ser detetadas com análise de imagens:
 - Utilização da matriz de co-ocorrência em imagens para análise de texturas para deteção de doenças.



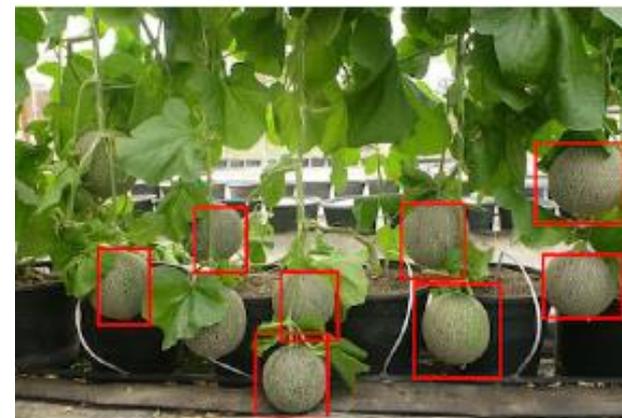
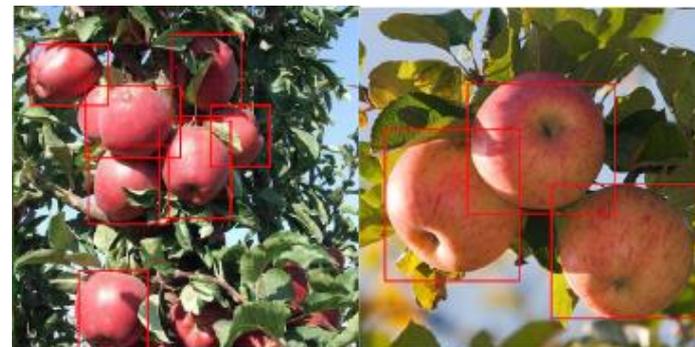
Danos causados pelo
pulgão de trigo russo

- **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



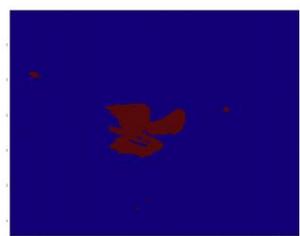
- Exemplos de Resultados de Detecção de Frutos



- Exemplos de Resultados de Deteção de Frutos



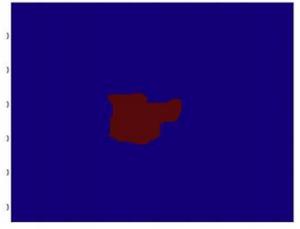
a: Original RGB image.



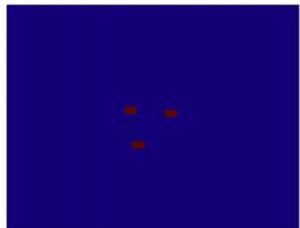
b: Binary image after thresholding.



c: Binary image after morphological opening operation.



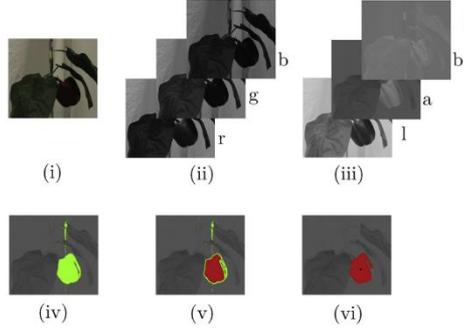
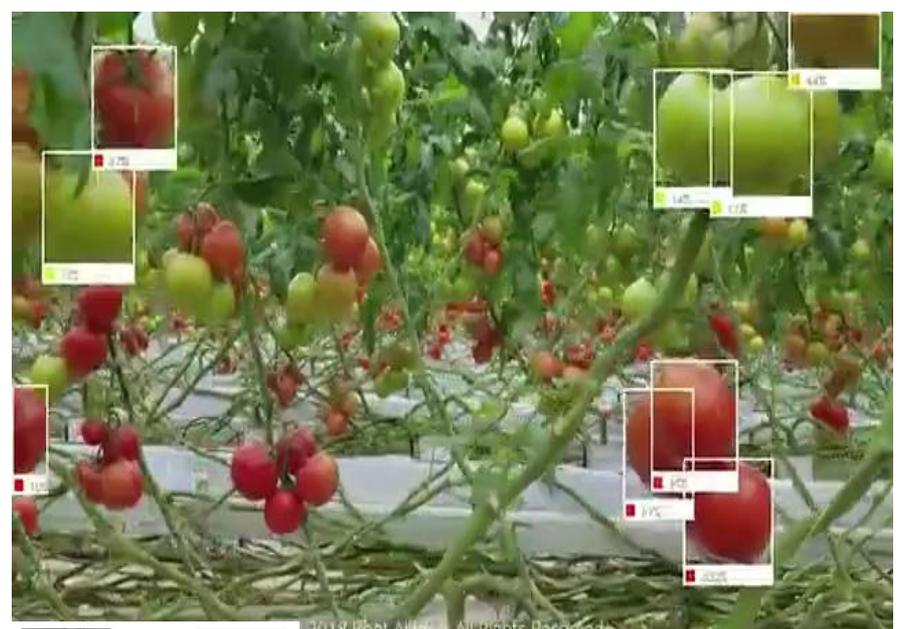
d: Binary image after morphological closing operation.



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 Detecção de Frutos
 - Detecção 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,...)



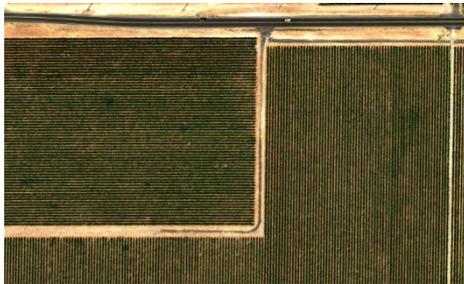
- Voo: uso de RTK para redução do erro de posicionamento do GPS.



○ Exemplo:



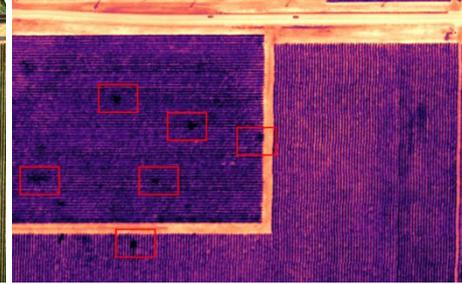
- Exemplo: Câmaras multi e hiperespectrais



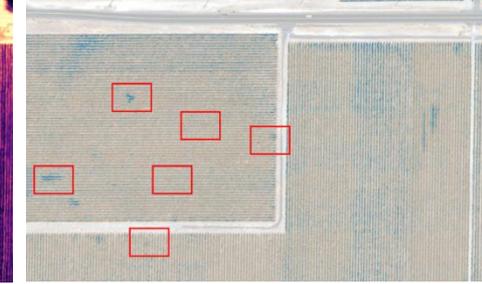
A) Imagem RGB de vinha.



B) Fugas na irrigação = crescimento excessivo.



C) Imagem TIR = Facilmente detetado.



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

- Cultura do pêsego
 - 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

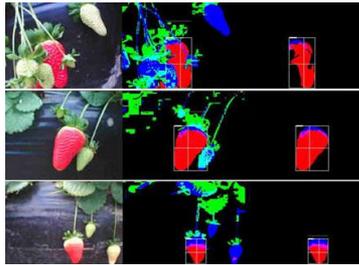


Octinion



Agrobot

○ Cultura do Morango



○ Cultura da Laranja



Energid



Robotic Citrus Harvesting

○ Cultura do Kiwi



RoboticsPlus



- Cultura do Tomate



GROW



Root AI

○ Cultura do Tomate



○ Cultura do Pimento



Sweeper



Harvey

○ Cultura do Pimento



- **Cultura do pêsego**
 - 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

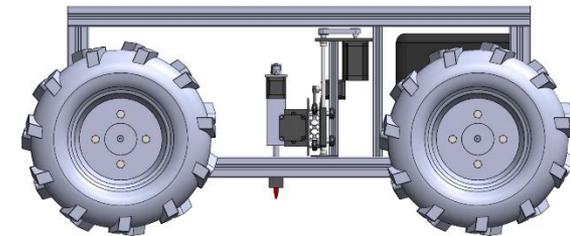
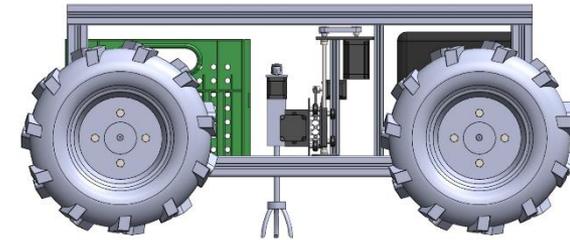
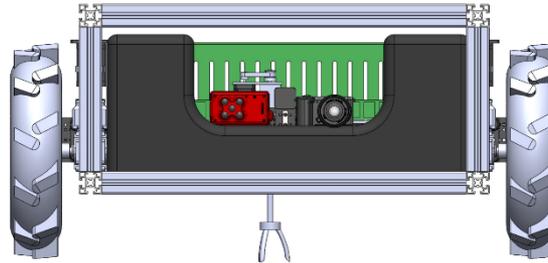
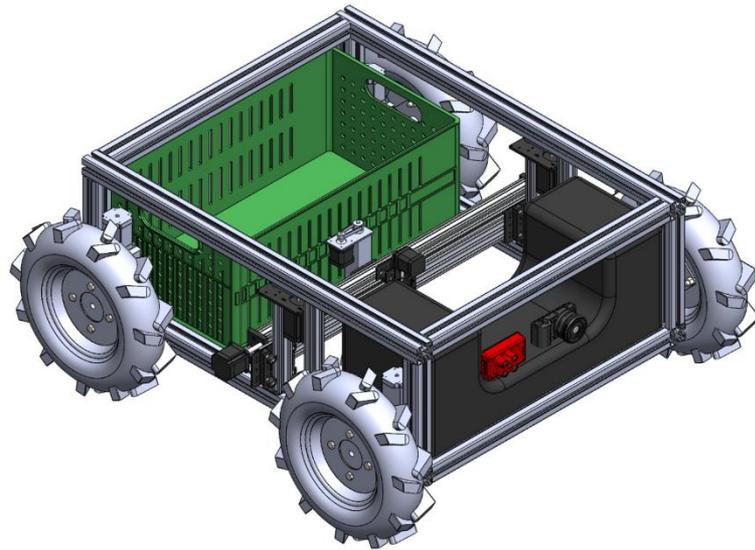
Gonçalo
Batista



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

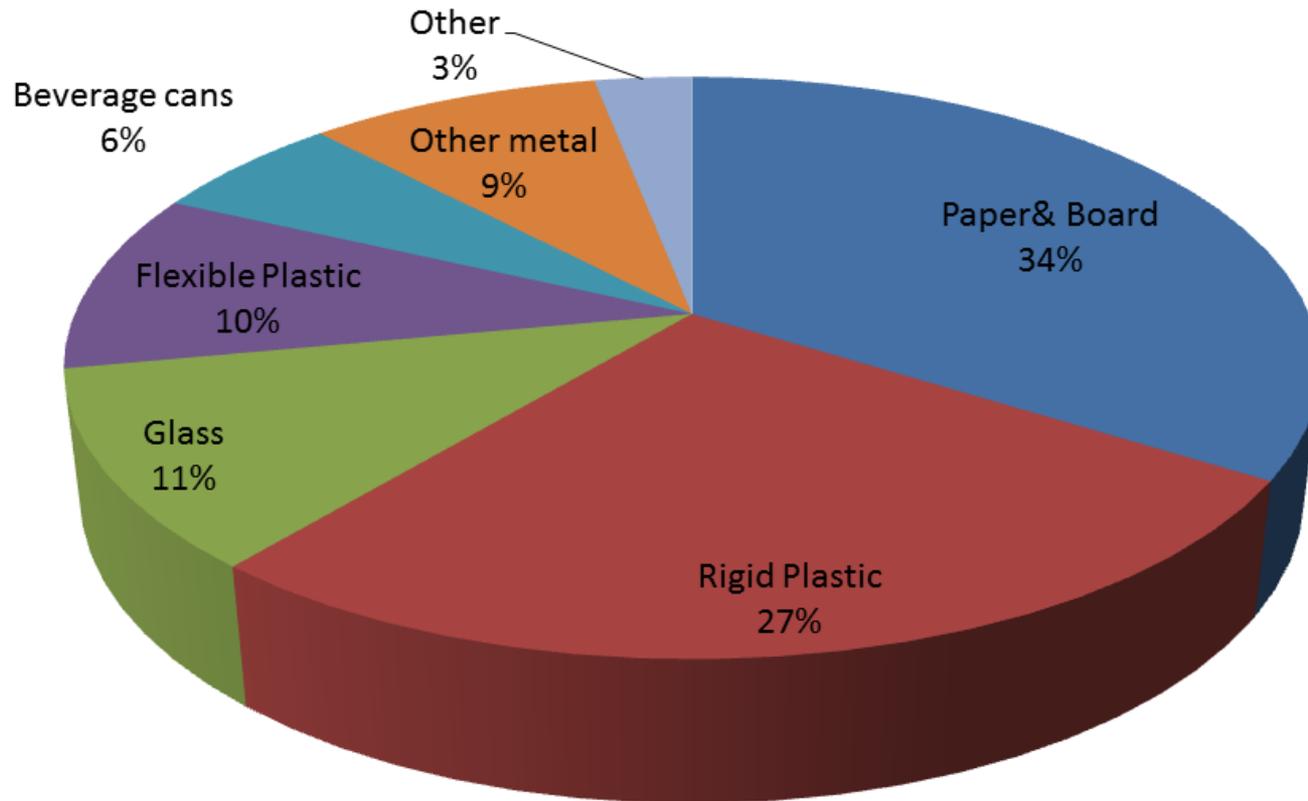


EMBALAMENTO ATIVO E/OU INTELIGENTE

- 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:**

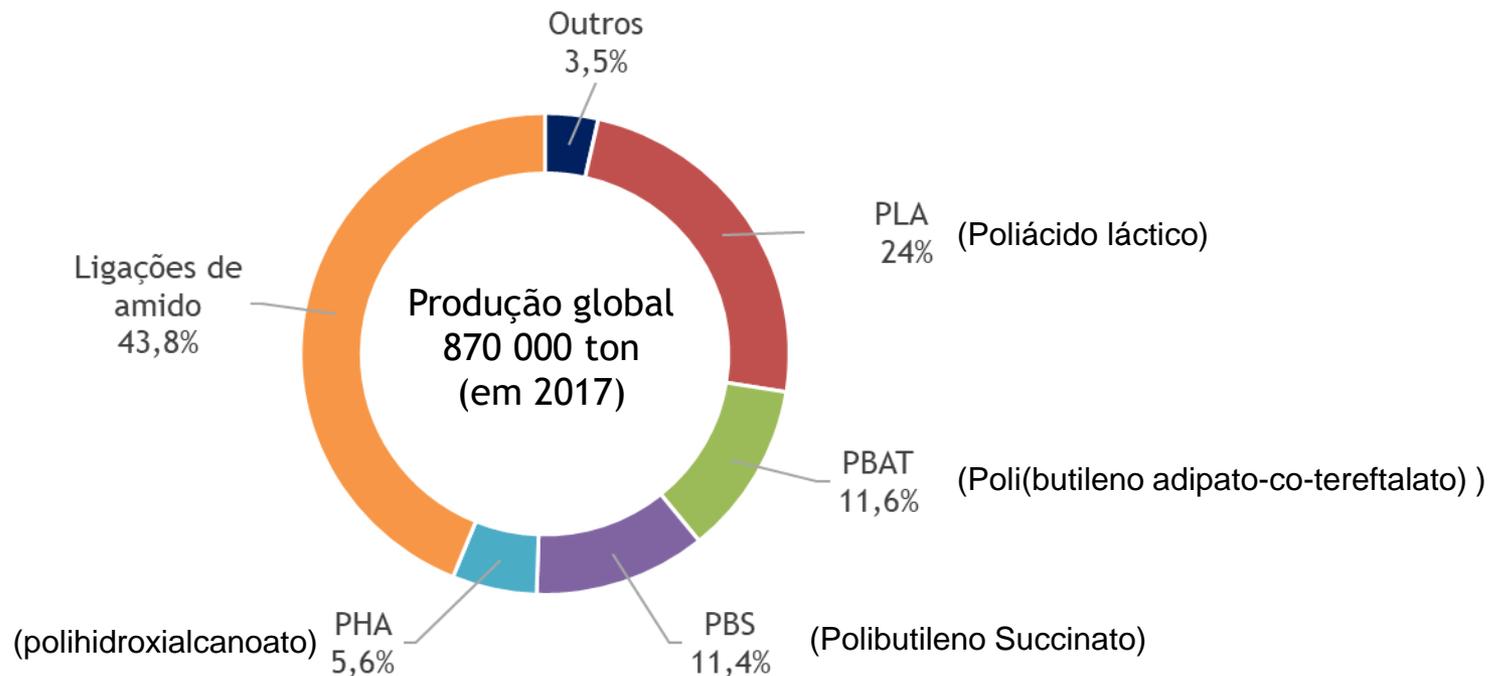


(Food Packaging Forum, 2012)

- 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



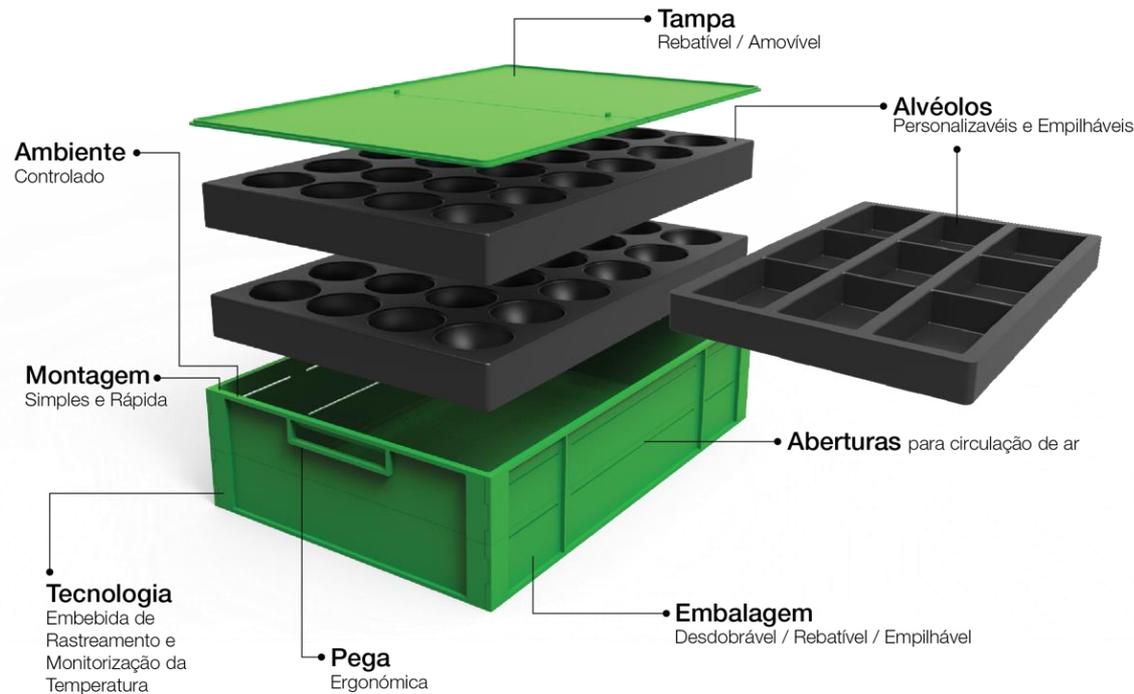
Cofinanciado por:



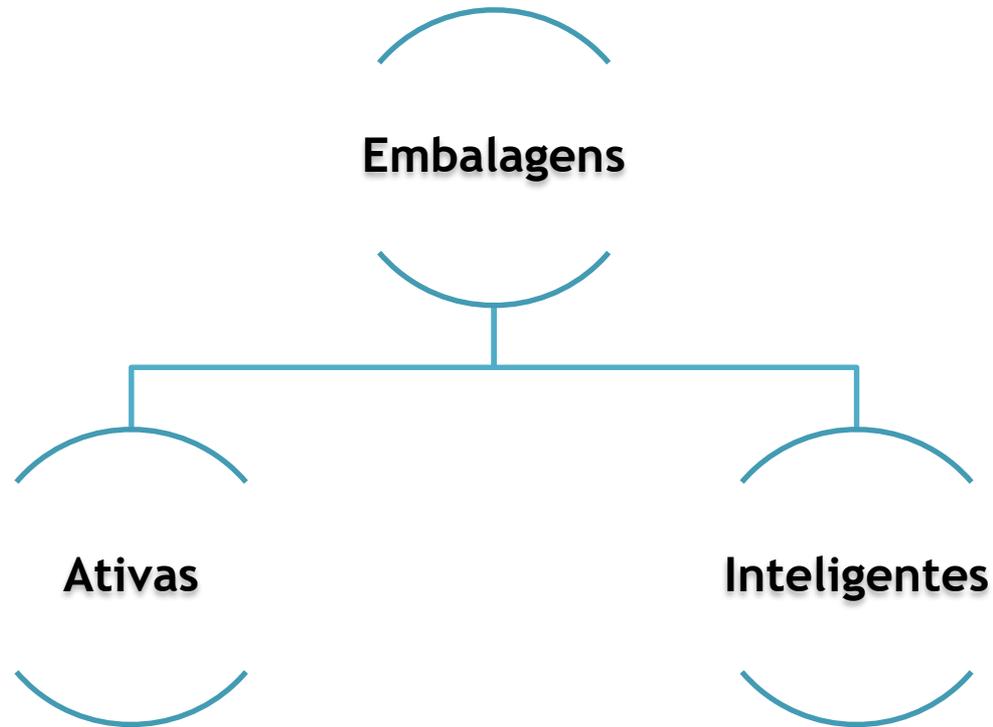


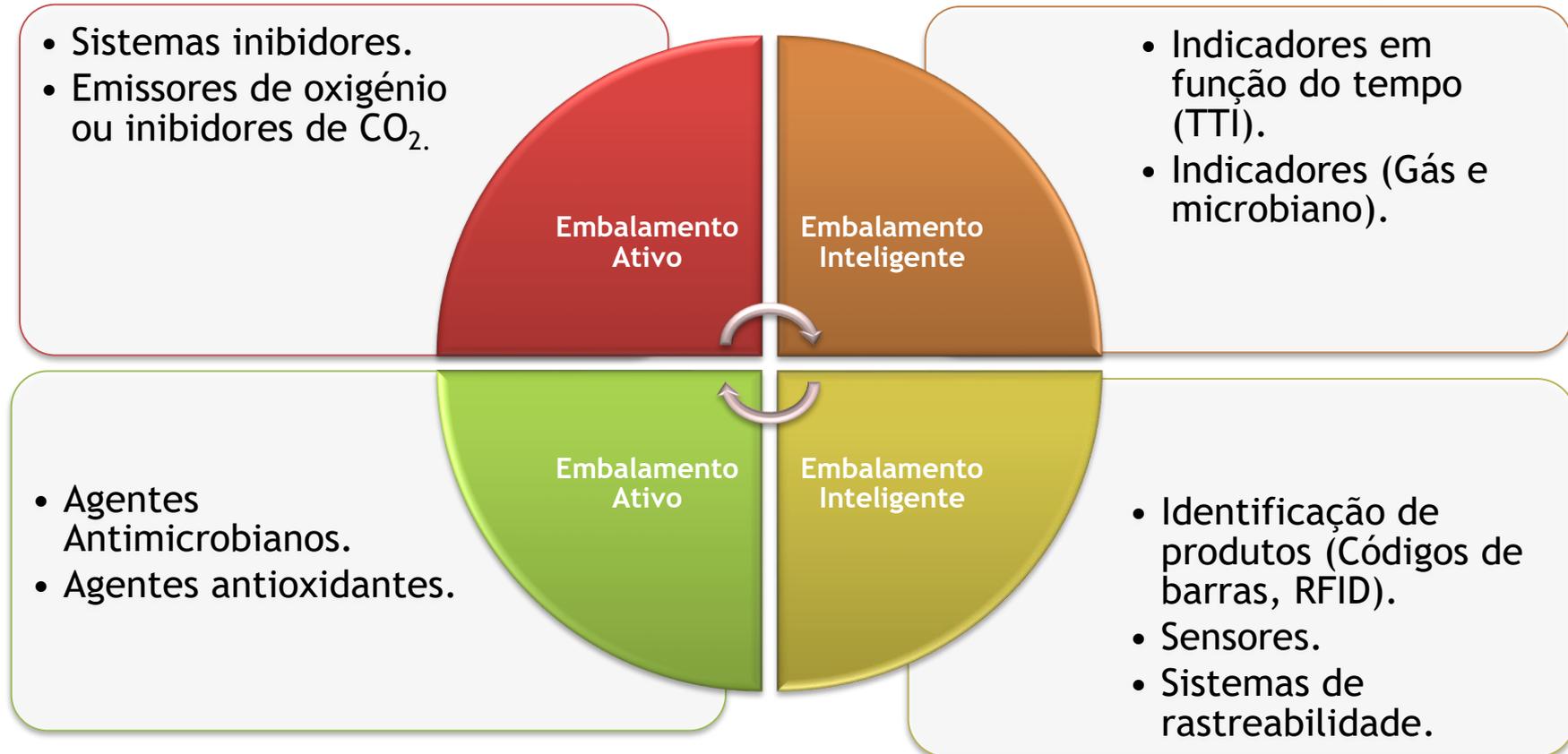
○ Embalagem de alto desempenho

- 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.



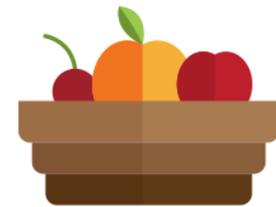
Embalagem inteligente da SmartRipe



TEKON Registador Metrológico

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

PRUNUSPÓS

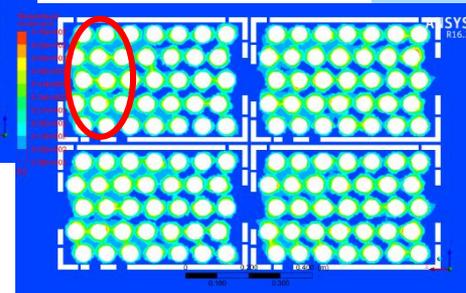
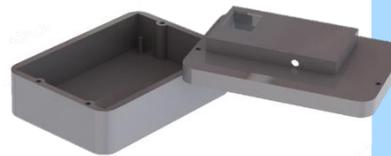
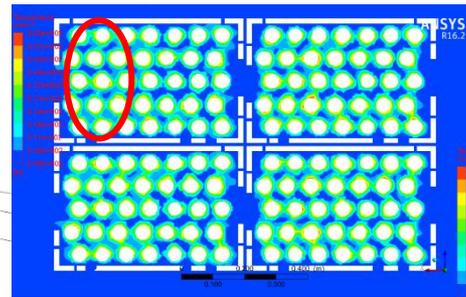
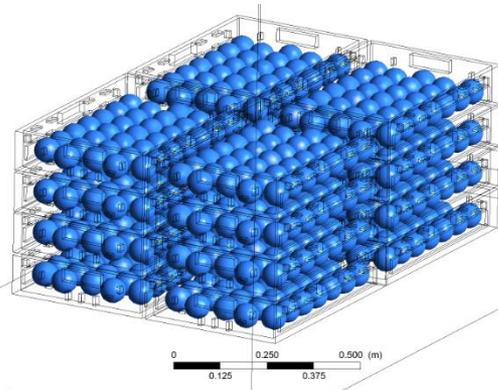
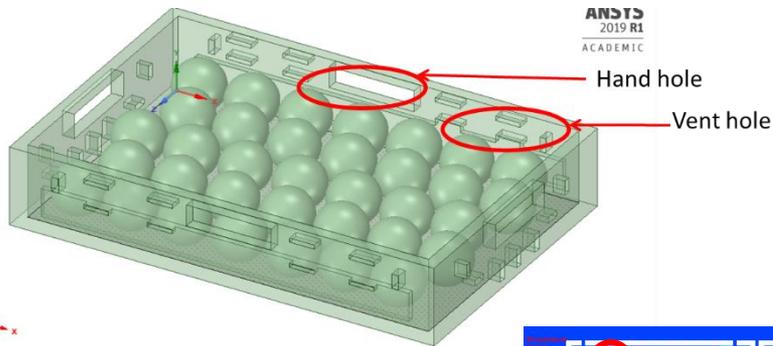


Otimização de processos de armazenamento, conservação em frio e embalamento inteligente no pós-colheita de produtos frutícolas

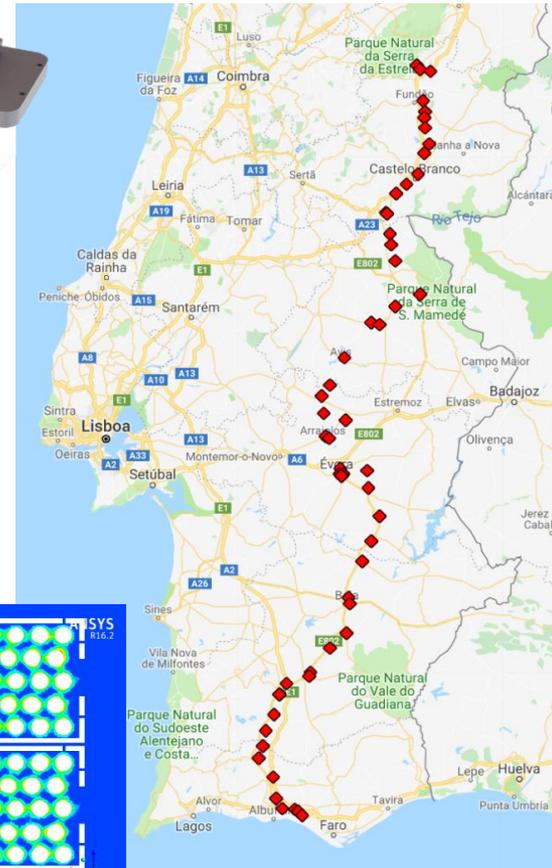


○ Embalamento inteligente

- 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?