

# Projecto Industrial

## Em hortofrutícolas

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Sumário

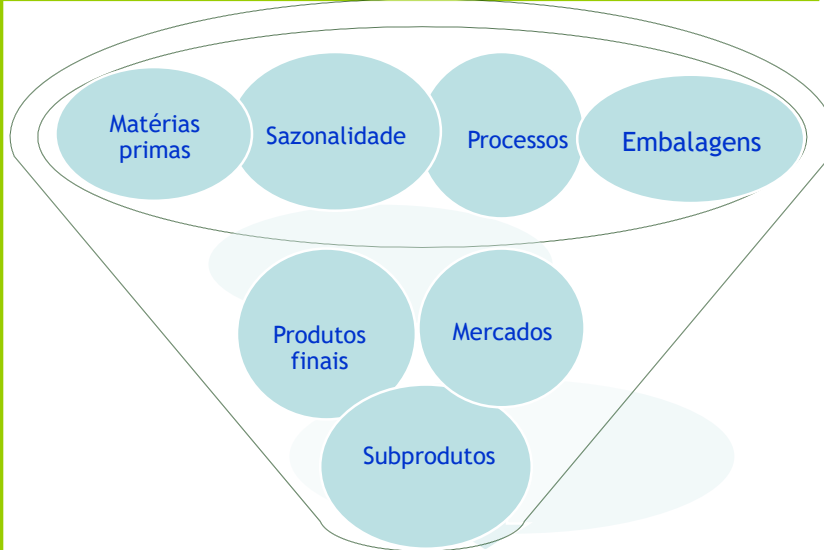
### Projeto de indústrias de transformação de produtos hortofrutícolas.

1. Principais condicionantes na conceção de instalações de transformação
  - Aspectos regulamentares.
  - Aspectos relacionados com especificidades da matéria-prima.
  - Planeamento da produção.
  - Seleção dos equipamentos industriais mais adequados.
  - Funcionamento típico deste tipo de indústria e suas implicações no delineamento do projeto industrial e do lay-out destas indústrias.
2. Principais diagramas tecnológicos
3. Especificidades no dimensionamento do *lay-out*. Bases de cálculo e equipamento mais comum nas indústrias de hortofrutícolas.

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Aspetos relacionados com especificidades da matéria-prima



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Matérias primas

- Inflorescências
- Folhas
- Caules
- Rebentos
- Frutos
- Raízes e tubérculos
- Bolbos
- Diferente composição
  - $a_w$
  - pH
- Diferente fisiologia pós-colheita
  - ⇓
  - Diferentes condições de conservação das matérias-primas
  - Diferentes processos
  - Diferentes produtos

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Formas de comercialização

- I Gama - Frescos sem processamento
  - II Gama - Processados (conservas)
  - III Gama - Congelados
  - IV Gama - Frescos prontos a consumir
  - V
  - VI
- } Prontos a consumir, não frescos, exigem refrigeração

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Subprodutos

Matéria-prima	Subproduto	% Parte Edível	Referência
Maçã	11% (polpa e coração)	89%	Ayala-Zavala <i>et al.</i> , 2010
Banana	40-50% (casca)	70%	Schieber <i>et al.</i> , 2001
Cenoura	30-40% (casca e bagaço)	60-70%	Schieber <i>et al.</i> , 2001
Goiaba	10-15% (casca e sementes)	85-90%	Schieber <i>et al.</i> , 2001
Manga	13,5% (sementes), 11% (casca) e 17,9% (polpa inutilizável)	58%	Ayala-Zavala <i>et al.</i> , 2010
Laranja	66% (casca)	44%	Li <i>et al.</i> , 2005
Papaia	8,5% (sementes), 8,5% (casca), e 32,1% (polpa inutilizável)	53%	Ayala-Zavala <i>et al.</i> , 2010
Maracujá	75% (casca e sementes)	25%	Schieber <i>et al.</i> , 2001
Ananás	9,1% (coração), 13,5% (casca), 14,5% (polpa) e 14,5% (coroa)	48%	Ayala-Zavala <i>et al.</i> , 2010
Batata	15-40% (casca)	60-85%	Schieber <i>et al.</i> , 2001
Tomate	3-7% (pele e sementes)	93-97%	Schieber <i>et al.</i> , 2001

(Adaptado de Ayala-Zavala *et al.*, 2010; Schieber *et al.*, 2001)

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## O que fazer aos subprodutos

Não valorizar?

Valorizar? Como? Onde? Espaço na unidade fabril? Refrigeração?

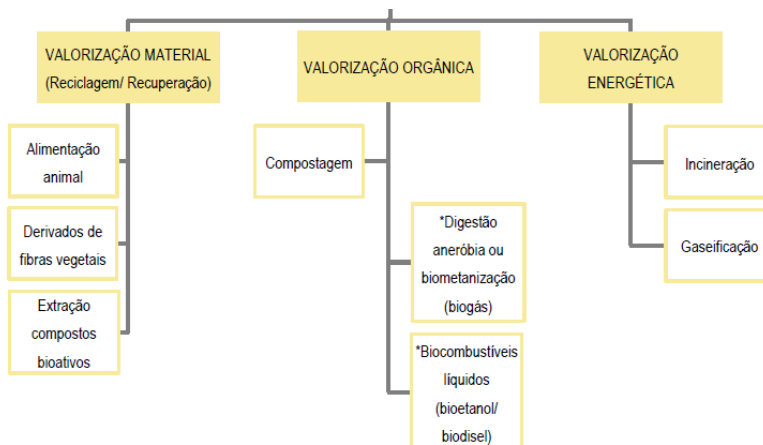


Figura 3. Valorização de subprodutos origem vegetal (VALUE, 2012 e AEP, 2011)  
\*Processos com potencial energético

## Antes de iniciar um projecto

### Na área dos hortofrutícolas

## Equacionar

- Produtos a desenvolver
- Estratégia comercial
- Disponibilidade e quantificação das matérias primas
  - Sazonalidade
  - Controlo de produção
  - Contratos com fornecedores
  - Associações de produção
- Quantificação das MP(dia, mês, ano)
- Rendimentos

*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Equacionar (cont.)

- Legislação
  - Gestão Ambiental
  - Agropecuária
  - Produto
  - Embalagem
  - Resíduos e subprodutos
- Esquema de funcionamento
  - Laboração contínua
  - Laboração diária. Turnos
  - Paragens
- ...

*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Equacionar (cont)

- Necessidades de frio?
  - Zona de receção das matérias primas
  - Zona de armazenamento de matérias primas
  - Zona de processamento
  - Zona de armazenamento de produtos acabados
- Necessidades de calor
- Energia

*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Pontos chave

*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Pontos chave na concepção de projecto

- Viabilidade económica
- Relacionados com a Localização
  - Distância em relação à zona de produção primária
  - Acessibilidades
  - Temperaturas (média, máxima e mínima)
  - Precipitação (média, máxima e mínima)
  - Ventos
- Relacionados com a instalação
  - Zonas demarcadas
- Relacionados com os fluxos
  - “Marcha em frente” - evitar cruzamento de fluxos

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Quantificar Fluxos

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Inputs<ul style="list-style-type: none"><li>- Matérias primas</li><li>- Matérias subsidiárias</li><li>- Material embalagem</li><li>- Gases</li><li>- Energia</li><li>- Água<ul style="list-style-type: none"><li>• Rede</li><li>• Furo</li><li>• Poço</li></ul></li><li>- ...</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Outputs<ul style="list-style-type: none"><li>- Produtos finais</li><li>- Sub-produtos/co-produtos</li><li>- Resíduos<ul style="list-style-type: none"><li>• Sólidos</li><li>• Líquidos</li><li>• Emissões gasosas</li></ul></li></ul></li></ul> |
|---|---|

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Identificar sectores da instalação industrial

- Matérias primas
  - Recepção/preparação
  - Fluxos
  - Armazenamento
    - Quantidades
    - Tempo de armazenamento
    - Fisiologia pós-colheita
      - Temperatura
      - Humidade relativa
- Armazenamento de matérias subsidiárias
- Armazenamento de embalagens
- Armazenamento de produtos de limpeza

## Identificar os sectores da instalação industrial (cont)

- Processamento
- Armazenamento de produto acabado
- Zona social
- ETARI?



## Zona de processamento

- Identificar claramente o(s) diagrama(s) de produção
- Definir o “layout”
- Dimensionar equipamentos

*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Projectos de

- A necessitar frio
  - Central de hortofrutícolas
  - Unidade de processamento mínimo
  - Unidade de produção de sumos/refrigerantes
  - Unidade de congelação
- A necessitar calor e frio(?)
  - Unidade de secos/desidratados/concentrados
  - Unidade de doces
  - Unidade de apertizados
- ...

*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Como fazer o Projeto

- Objetivo
- Enquadramento
- Estudo de Mercado
- Caracterização da empresa
  - Localização
  - Caracterização Climática
  - Topografia

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Projeto

- Descrição da empresa
  - Estratégia comercial
  - Análise SWOT
  - Processo Produtivo
  - Instalações
  - Equipamentos
  - Layout e Organização da Unidade Fabril
- Matéria-prima

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

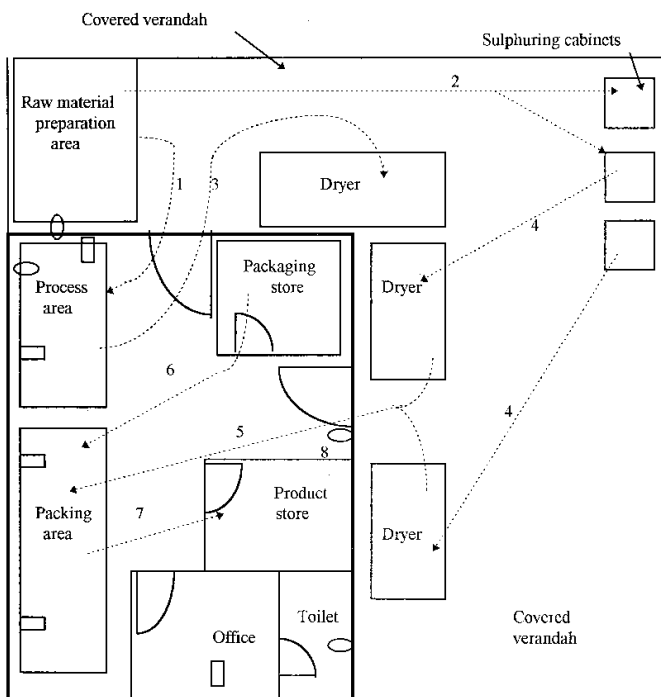
- Gestão ambiental
- Licenciamento
- Análise Financeira
- Viabilidade financeira Melhorias a curto/médio prazo

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Central fruteira





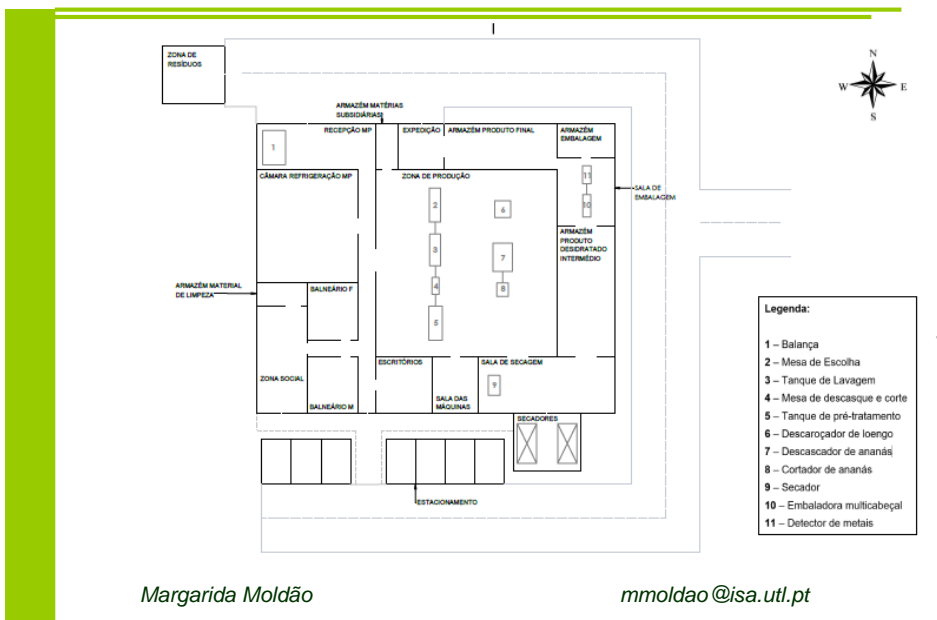
## Secagem de horto frutícolas

Key:

- 1 Prepared raw materials for processing
- 2 Prepared raw materials for sulphuring
- 3 Blanched/crystallised food to dryers
- 4 Sulphured fruits to dryers
- 5 Dried foods for packing
- 6 Packaging from store
- 7 Packaging product to store for distribution
- 8 Hand washing

- = power point
- = water tap

isa@isa.utl.pt



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt



Margarida Moldão

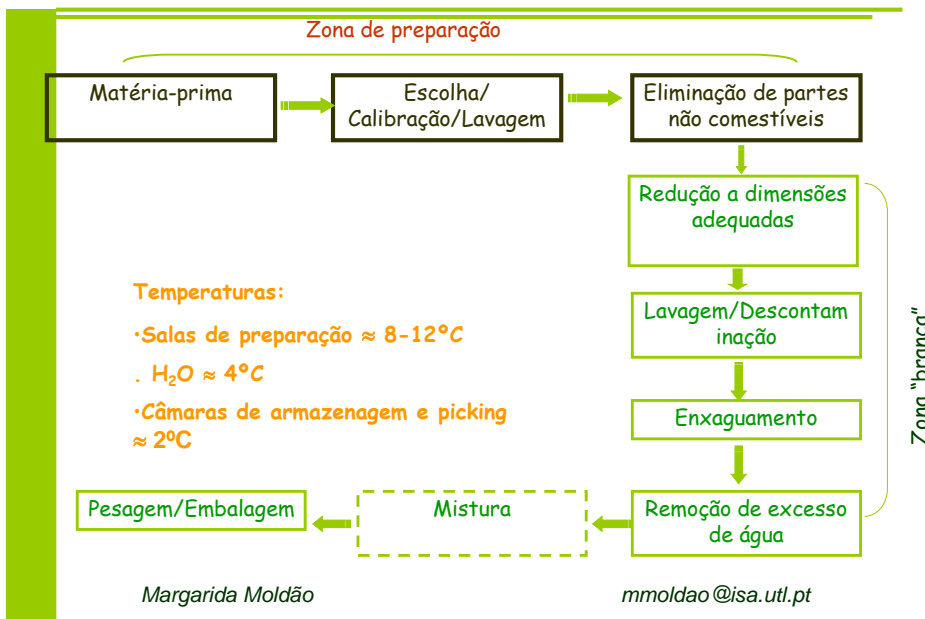
[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)



## Exemplo

### Minimamente processados

## Diagrama tecnológico



## Projecto de uma unidade de minimamente processados

- Etapas do processo industrial
- Projecto de instalações industriais
- Projecto de uma industria tipo
  - Artesanal
  - De média dimensão
  - De grande dimensão

## Etapas do processo industrial

- **Estudo de mercado sobre**
  - Produtos a laborar
  - Tipos e formatos
- **Definir dimensão óptima**
- **Programar necessidades de:**
  - Instalações e equipamentos
  - Matérias primas
  - Embalagens
  - Paletes
  - Mão de obra
  - ...

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Aspectos decisivos em projecto de PM

- Matérias primas
- Projecto de instalações e equipamento atendendo a:
  - Funcionalidade
  - Acessibilidade
  - Necessidade de mão de obra
  - Facilidade e versatilidade de utilização
    - mais do que um tipo de matéria prima
    - ergonomia
    - rendimento
    - descontaminação
- Embalagem:
  - Desenho
  - Funcionalidade
  - Exigências de clientes
- Distribuição, comercialização, gestão de produto

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)



## Condições base do campo de instalação

- Saneamento
- Boa resistência mecânica
- Pouco acidentado
- Boa drenagem
- Boas vias de comunicação
- Energia eléctrica e água
- Abrigado do vento dominante
- Baixa insolação directa

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Área suficiente e adequada

- Áreas de:
  - receção
  - laboração
  - expedição
  - fluxo de produtos
  - subprodutos
- Laboratório
- Oficinas
- Sanitários
- Vestiários
- Cantina
- Armazéns
- Material de embalagem, palox e paletes
- Produtos químicos
- Parque automóvel para veículos ligeiros e pesados
- Prever futuras ampliações

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)



Margarida Moldão



mmoldao@isa.utl.pt



## Critérios para a distribuição em planta

- **Optimizar espaços e recursos**
- **Necessidades de instalações e equipamentos**
- **Necessidades de armazenamento**
  - **Matérias primas**
  - **Produto acabado**
  - **Material de embalagem**
  - **Materiais auxiliares**
- **Necessidades de mão de obra**
- **Máxima funcionalidade**

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Necessidades do processo industrial

- Salas de preparação das matérias primas
    - Tanques de pré lavagem, lavagem com controlo de temperatura
    - Linhas para folhosas, frutos, raízes e tubérculos
    - Permitir boa limpeza e descontaminação
    - Permitir fluxo dos produtos sem cruzamentos
  - Salas de processamento
    - Sem janelas e com iluminação adequada
    - Portas de fecho automático para prevenir
      - Contaminações do exterior
      - Controlo de temperatura, HR e qualidade do ar.
    - Permitir boa limpeza e descontaminação
    - Aplicável a tecnologia “sala branca”?
- Margarida Moldão mmoldao@isa.utl.pt

## Necessidades do processo industrial (Cont.)

- Equipamentos adequados
- Materiais de aço inox ou plástico - minimizar escurecimento enzimático e facilitar operações de limpeza e descontaminação usar
- Equipamentos para lavar e descontaminar depois de cada utilização: caixas, paletes, palotes, contentores, reboques

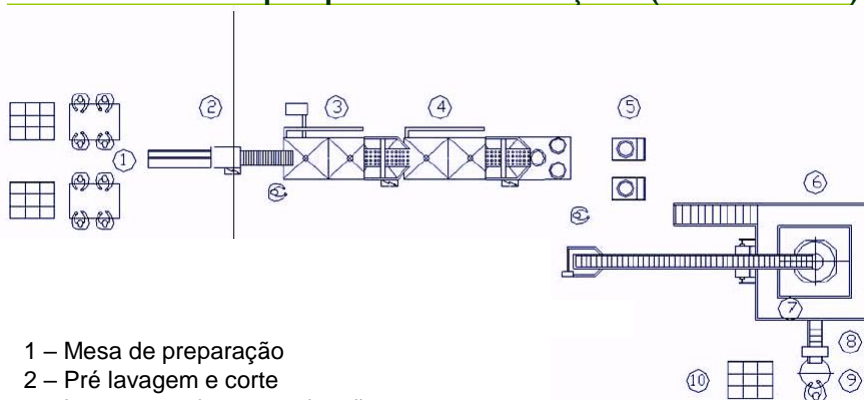
## Embalagens e paletes

- Utilizar sempre paletes normalizados:
  - 100 x 120 cm
  - 80 x 120 cm (europaleta)
- Preferencialmente utilizar caixas de plástico normalizadas
  - 50 x 30 x 25
  - 50 x 30 x 15 cm
- Volumes ocupados por paletes carregadas:
  - 100 x 120 cm: 2,28 m<sup>3</sup>
  - europaleta: 1,82 m<sup>3</sup>
- Cargas unitárias durante o armazenamento e transporte:
  - 100 x 120 cm: 600 a 950 kg (120 a 200 kg/ m<sup>3</sup>)
  - europaleta: 350 kg (100 a 180 kg/m<sup>3</sup>)

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Exemplo de uma linha de processamento numa pequena instalação (< 10T/dia)



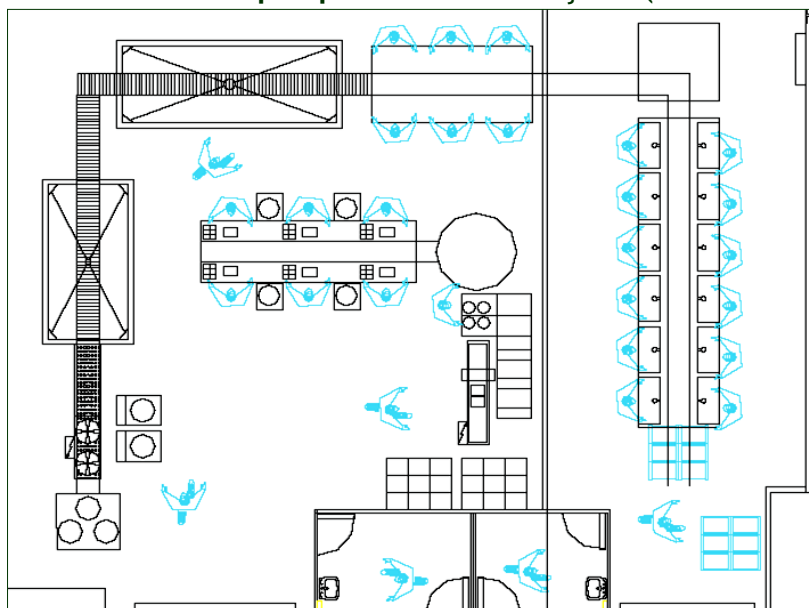
- 1 – Mesa de preparação
- 2 – Pré lavagem e corte
- 3 – Lavagem e descontaminação
- 4 – Enxaguamento
- 5 – Eliminação do excesso de água

- 6 – Pesagem
- 7 – Embalagem
- 8 – Controlo de metais
- 9 – Acondicionamento
- 10 – Paletização

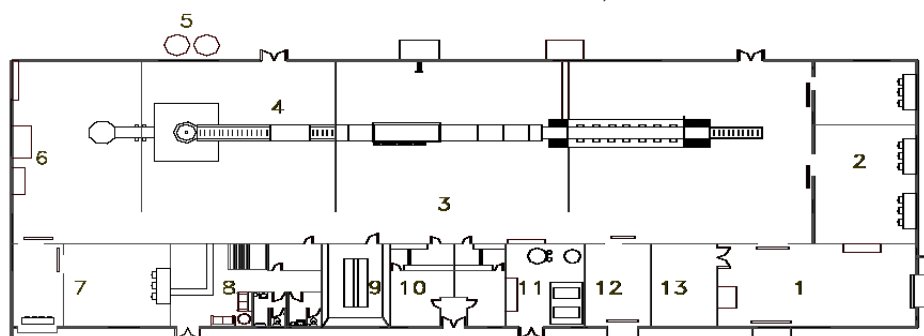
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Exemplo de uma linha de processamento numa pequena instalação (< 10T/dia)

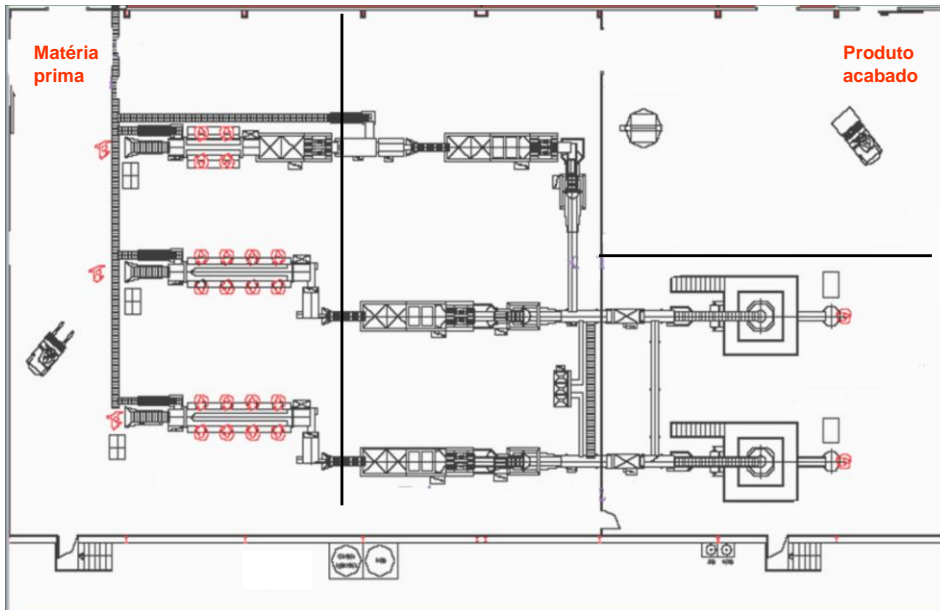


## Exemplo de uma instalação média (10-40T/dia)

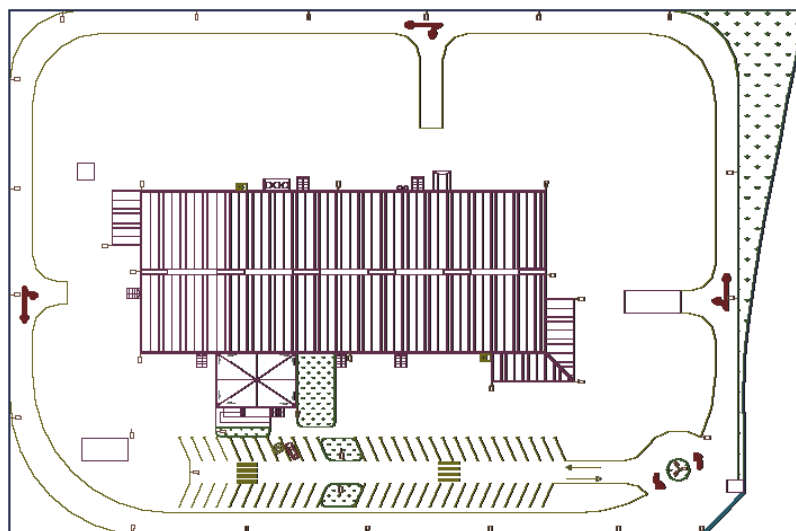


- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1 – Recepção de MP   | 8 – Escritórios       |
| 2 – Câmaras de armazenamento de MP                         | 9 – Laboratório       |
| 3 – Zona de preparação                                     | 10 – Vestiários       |
| 4 – Linha de processamento                                 | 11 – Sala de máquinas |
| 5 – Gases para AM  | 12 – Armazém          |
| 6 – Controlo   | 13 – Oficinas         |
| 7 - Câmara de armazenamento de produto acabado e expedição |                       |

## Exemplo de uma instalação grande (>40Tn/dia)

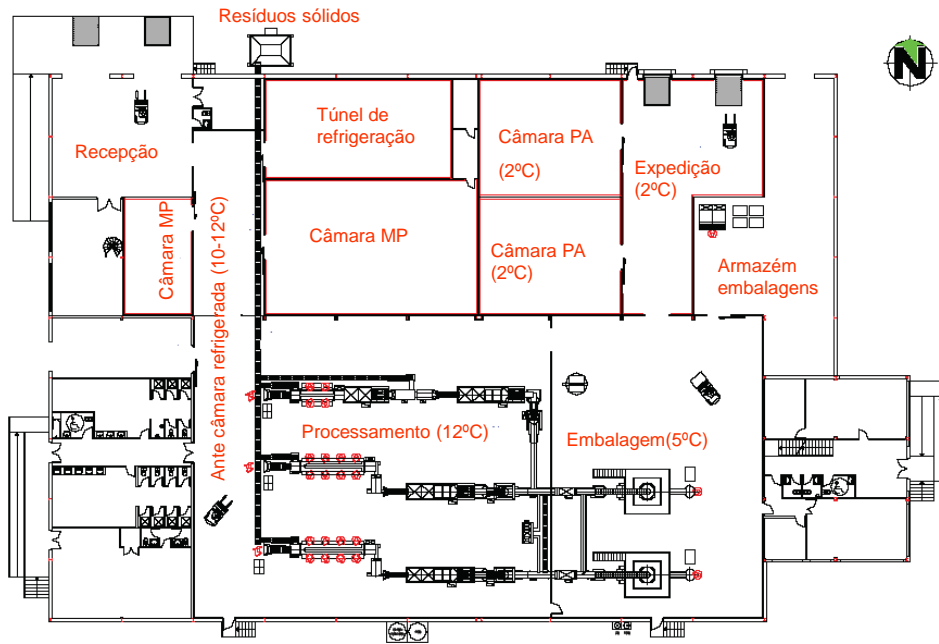


  
Instituto Superior de Agronomia  
Universidade de Lisboa



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

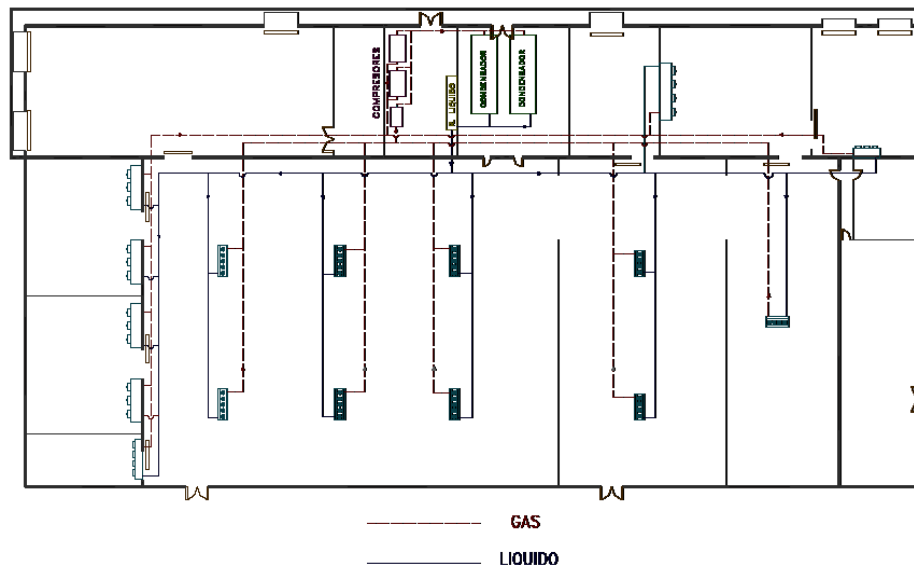


## Cálculo da instalação frigorífica

- Selecção do sistema frigorífico
  - Fluido frigorígeno
  - Fluido secundário
- Compressor(es)
- Evaporador(es)
- Condensador(es)
- Depósito de fluido frigorígeno
- Tubagens
- Portas
- Válvulas
- Termóstatos e pressostatos
- Filtros e visores
- Quadro de comandos
- ...

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt



## Outras instalações a calcular

- Tratamento de água e depósito regulador
- Saneamento e eliminação de águas pluviais
- Escoamento e tratamento de efluentes
- Eliminação de resíduos sólidos
- Protecção contra incêndios
- Saídas de água
- Ar comprimido e central de gases
- Central de transformação (alta, média e baixa tensão)
- Ventilação forçada
- Iluminação interior e exterior
- Báscula
- Controlo de acessos, vigilância e segurança
- Parque automóvel
- Jardins



## Atender nos cálculos

- Construção civil
- Instalação frigorífica
- Equipamento
- Mão de obra

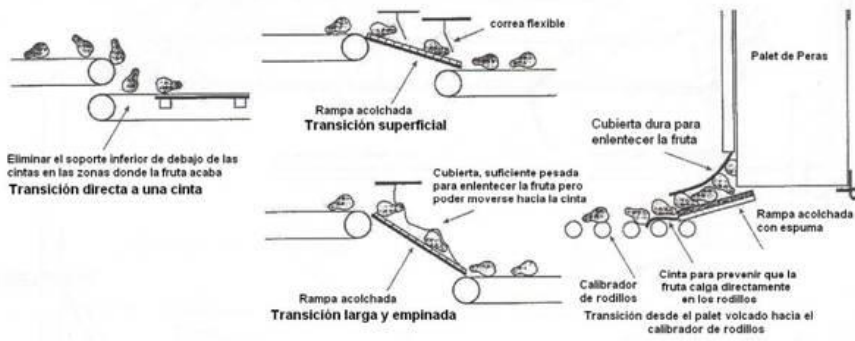
*Margarida Moldão*

*mmoldao@isa.utl.pt*

## Equipamento

*Margarida Moldão*

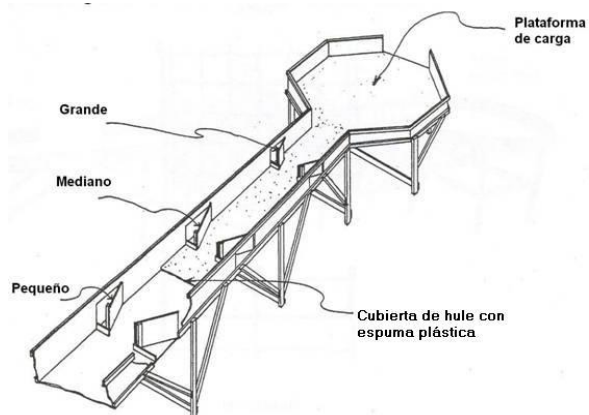
*mmoldao@isa.utl.pt*



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

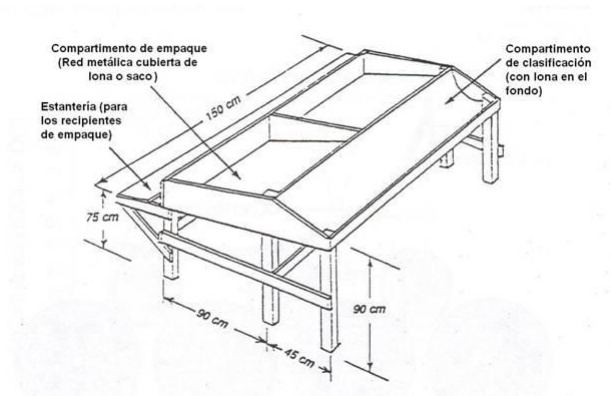
## Calibrador



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

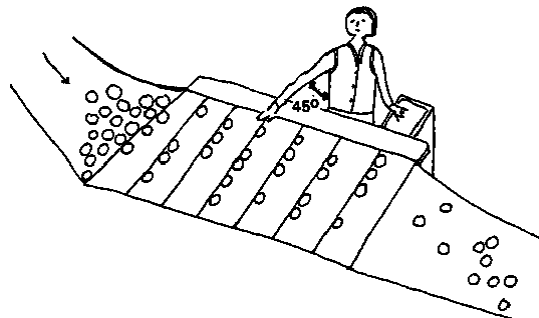
## Mesa de escolha



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

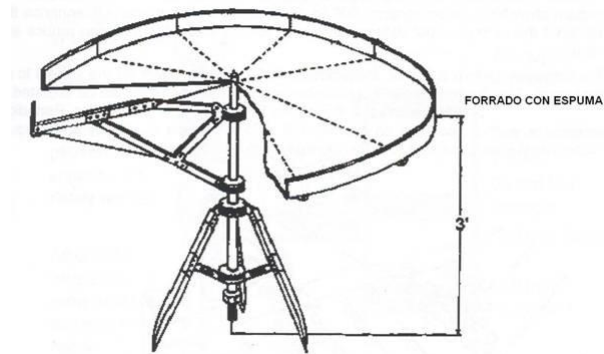
## Tapete de escolha



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

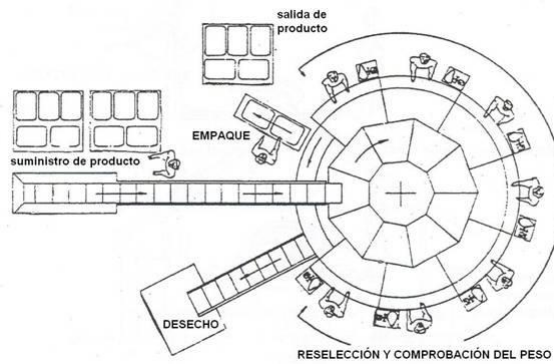
## Mesa de escolha



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Embalagem de vegetais para venda em fresco



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt



## Módulo para lavagem e escovagem



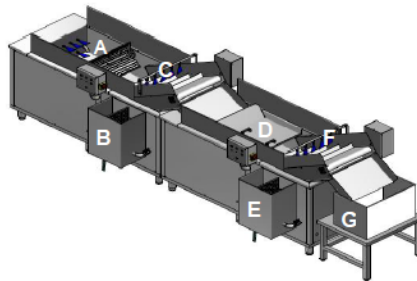
Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Tanque de lavagem, descontaminação e enxaguamento

### Legenda:

- A – Cuba de enxaguamento
- B – Filtração água de enxaguamento
- C – Aspersão
- D – Cuba de descontaminação
- E – Filtração solução de descontaminação
- F – Aspersão
- G – Cuba de recolha



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

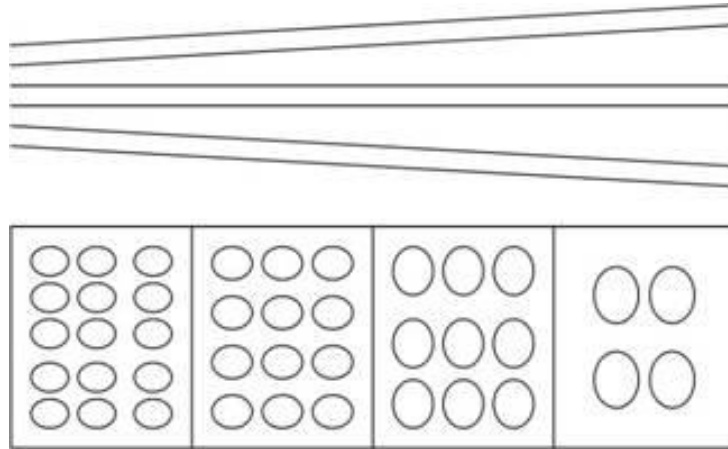
## Calibração

- Calibradores de base volumétrica
- Calibradores de base gravimétrica

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Calibrador de base volumétrica



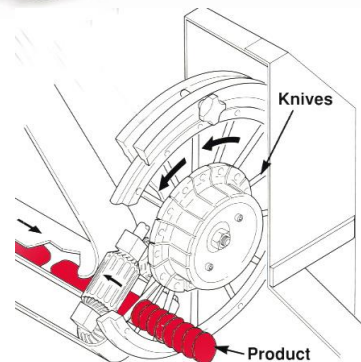
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Cortadoras (TranSlicer 2000®) Urschel

Cortes Limpos e Uniformes  
Elevada capacidade de produção

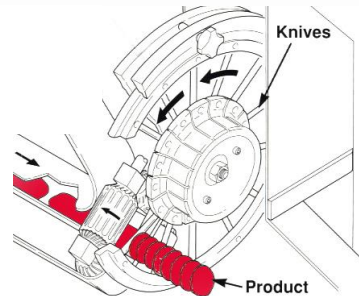
- Roda de Corte Standard
  - Rodelas Lisas ou Onduladas
    - Espessuras 0.8 mm a 51 mm
  - Corte tipo “Juliana”
    - Grande variedade de dimensões
- Roda de Corte MicroSlice®
  - Elimina Variações na Espessura do Corte
  - Gama de espessuras 0.8mm a 3 mm



Margarida Moldão

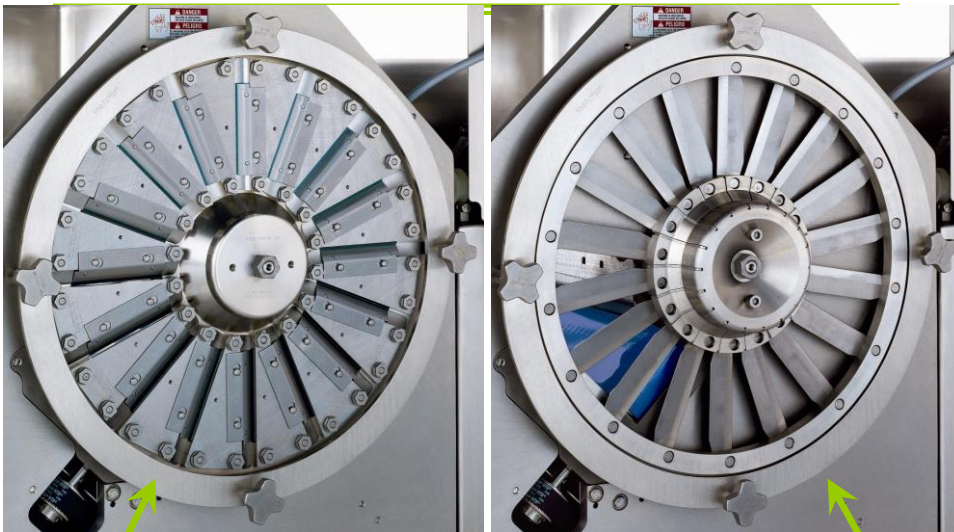
## TranSlicer 2000®

- Permite cortar frutos firmes e hortícolas até 102 mm de diâmetro
- Permite cortar vegetais de folha até 152 mm de diâmetro
- Painéis de acesso deslizantes e articulados tornando assim mais fácil o acesso para limpeza e manutenção



Margarida Moldão

## Rodas de Corte



Roda tipo MicroSlice®

Margarida Moldão

Roda de Corte rodelas

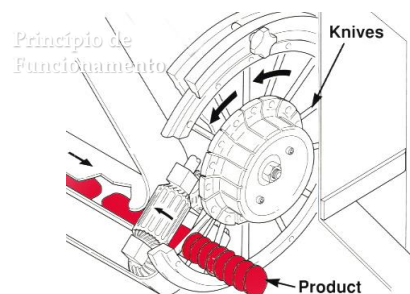
moldao@isa.utl.pt



## TranSlicer 2500® Cutter

- Cortadora Tridimensional
- 1, 2, ou 3 dimensões de corte numa única passagem
- Cortes limpos, uniformes com elevada capacidade de produção
- Corta folhosas e vegetais de grande tamanho e frutas frescas sem ser necessário pré-corte.
- É possível cortar produtos até 203 mm de diâmetro

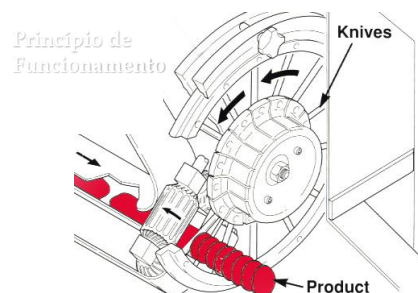
Margarida Moldão



## TranSlicer 2500® Cutter

- Roda standard de rodelas
  - Espessura da rodela
    - Gama de espessuras 0.8 mm até 89 mm
  - Espessura do ralado
    - Espessuras 0.8 até 7.1 mm
    - Comprimentos 9.5 até 76 mm
  - Corte tipo Juliana
    - Folhosas
      - 9.5 x 9.5 até 76 mm x 51 mm
    - Frutas frescas
      - 12.7 x 12.7 até 25.4 mm x 25.4 mm cubos

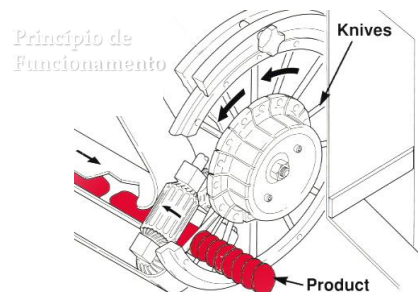
Margarida Moldão



## TranSlicer 2500® Cutter

- Aplicações comuns:

- Alface
  - Couve
  - Pepinos / Pickles
  - Espargos
  - Aipo
  - Pimentos
  - Batatas
  - Cenouras
  - Melancia
  - Melão
  - Ananás
- Margarida Moldão



## Retirar endocarpo e corte em “meia lua”



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)



## FP-95 Centrifuge

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Máquina de escolha para MP



Margarida Moiaão

[mmoiaao@isa.utl.pt](mailto:mmoiaao@isa.utl.pt)

## Embaladora em cuvetes



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Embaladora em saquetas



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

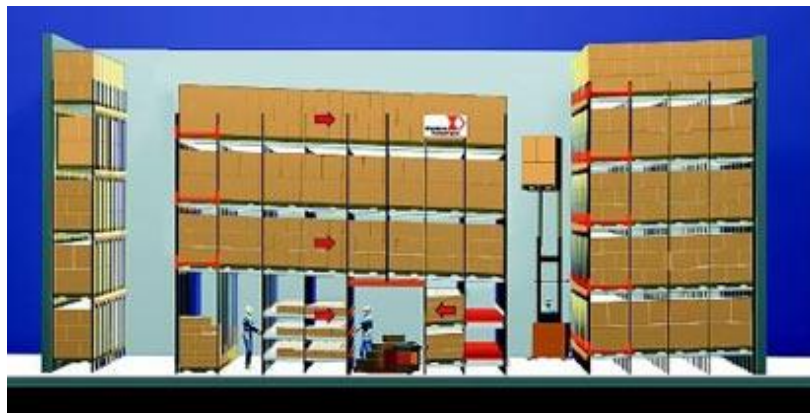
## Detector de metais



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

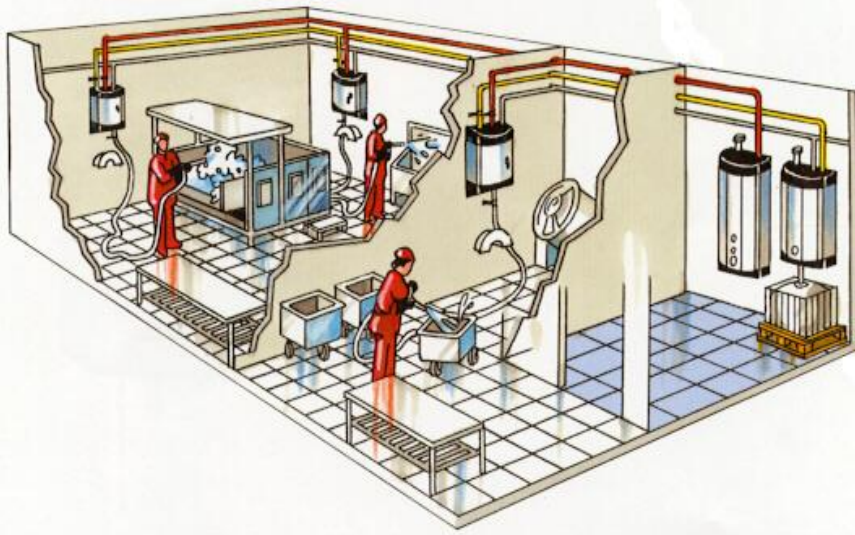
## Armazém



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Limpeza e descontaminação fáceis



Margarida Moldão

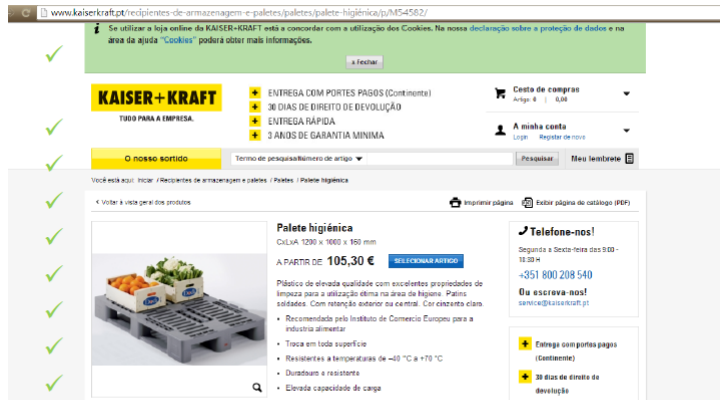
mmoldao@isa.utl.pt

## Caixas dobráveis de polipropileno

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

# Paquete de polietileno expandido de elevada densidade



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

# Porta paletes



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

## Mesa rotativa de escolha



Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Transporte matérias primas

- Capacidade de caixas de 60 X 40 X 22 cm
  - Brócolos  $\cong$  5 kg
  - Feijão verde  $\cong$  7 kg
  - Espinafre  $\cong$  4,5 kg
  - Cenoura  $\cong$  5 kg
- Capacidade de big bag de 1 x 1,2 x 1,5 m
  - Cenoura  $\cong$  1000 kg

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)



## Isolamento

- Aspectos importantes
  - Continuidade
  - Evitar pontes térmicas
  - Solidez
- Precauções para evitar a congelação do solo em câmaras de congelados
  - Lage sobrelevada (facilita circulação de ar)
  - Pavimento assente sobre uma camada de tijolos ocós
  - Resistências térmicas no solo

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Isolamento

- Painéis “sandwich” pré fabricados
  - Exterior: aço zincado e lacado
  - Interior: poliuretano expandido ( $40\text{kg}/\text{m}^3$ )
- Câmaras de refrigerados
  - Paredes: painéis de 80 a 100 mm
  - Tecto: painéis de 100 a 110 mm
- Câmaras de congelados
  - Paredes e tecto: painéis de 200 mm
  - Pavimento: 250 mm, barreira de vapor (tela), isolamento do solo.
- Sala de embalagem
  - Paredes e tecto: painéis de 80 mm

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Algumas regras de estiva

- Respeitar
  - Espaço entre produtos e tecto: 0,5 a 0,6 m
  - Espaço entre produtos e paredes: 0,15 a 0,20 m
  - Espaço entre paletes: 0,10 a 0,15 m
- Não armazenar produtos por baixo dos evaporadores
- Não armazenar produtos directamente sobre o pavimento
- Respeitar incompatibilidades entre produtos
- FIFO
- Boas práticas de higiene

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Fluidos de transferência térmica

- Fluidos criogénicos
- Fluidos frigoríficos
- Fluidos secundários
  - Misturas gasosas
  - Água e soluções aquosas

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)

## Bibliografia principal

- Artés Calero, F. (2007). *Plants for minimal processing. Pós-colheita e processamento mínimo de produtos hortofrutícolas. Qualidade e segurança*. Lisboa, ISA 3 a 5 de Dezembro.
- Cleland, A. C. and Cleland D.J. (1994). *Cost-Effective refrigeration*. Massey University. New Zeland.
- Fellows P. (2000). *Food Processing and Technology. Principles and practice*. CRC Press. Boca Raton.
- Perry, R.H. (1997). *Perry's chemical engineers' handbook*. Green, D.W. (ed). Seventh ed. McGraw-Hill Int. Editions
- Sing, R.P. (2003). *Food Processing Animations*. Rar Press. California.

Margarida Moldão

[mmoldao@isa.utl.pt](mailto:mmoldao@isa.utl.pt)