

Projecto Industrial

Em hortofrutícolas

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Sumário

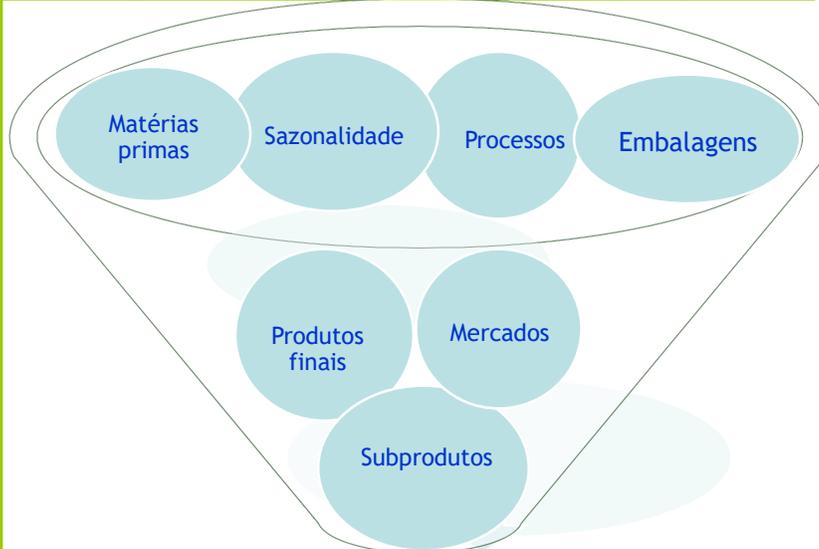
Projeto de indústrias de transformação de produtos hortofrutícolas.

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

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?

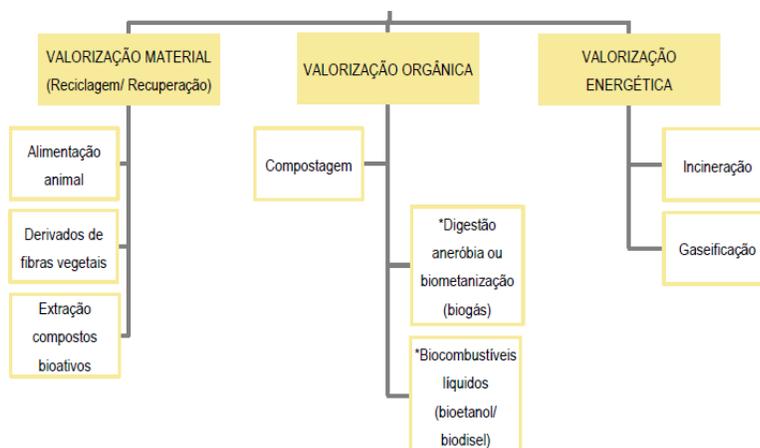


Figura 3. Valorização de subprodutos origem vegetal (VALUE, 2012 e AEP, 2011)
*Processos com potencial energético

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

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

Projeto

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

Margarida Moldão

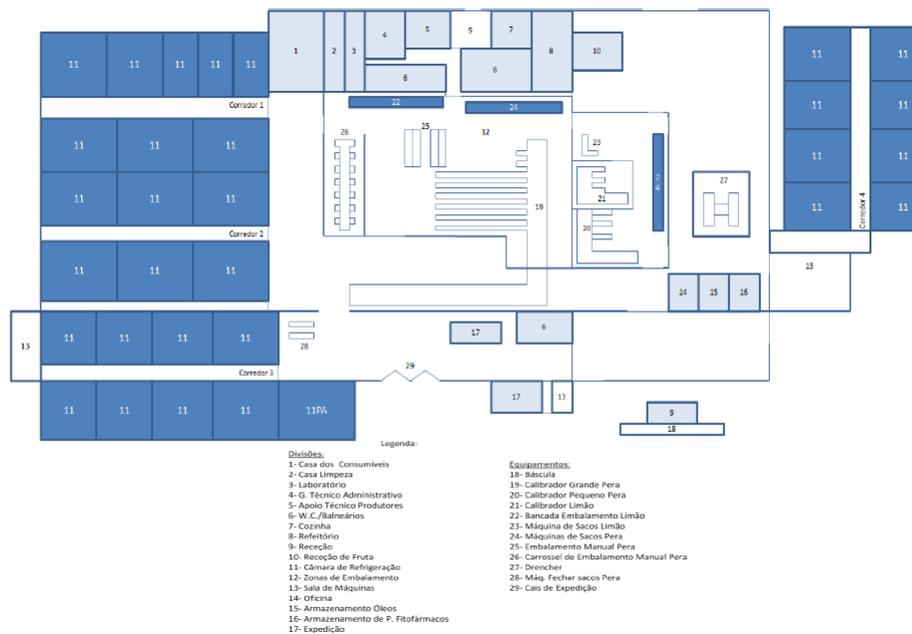
mmoldao@isa.utl.pt

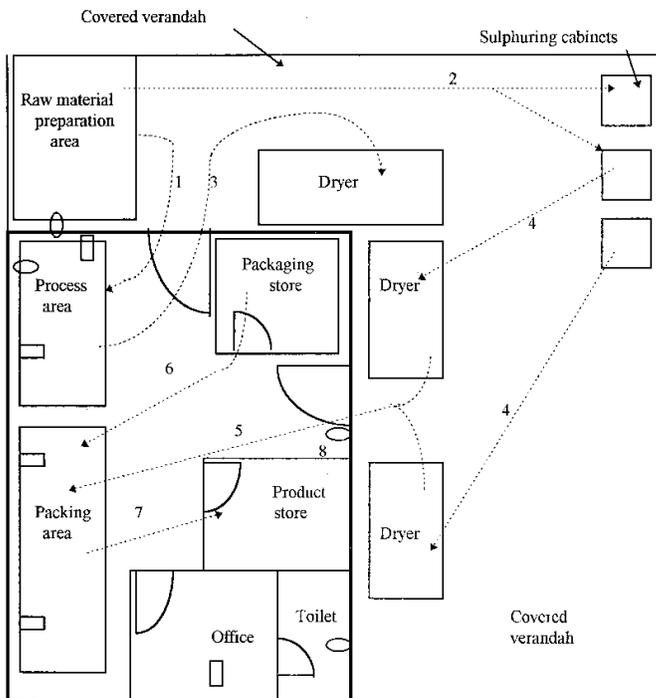
- Gestão ambiental
- Licenciamento
- Análise Financeira
- Viabilidade financeira Melhorias a curto/médio prazo

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Central fruteira





Secagem de horto frutícolas

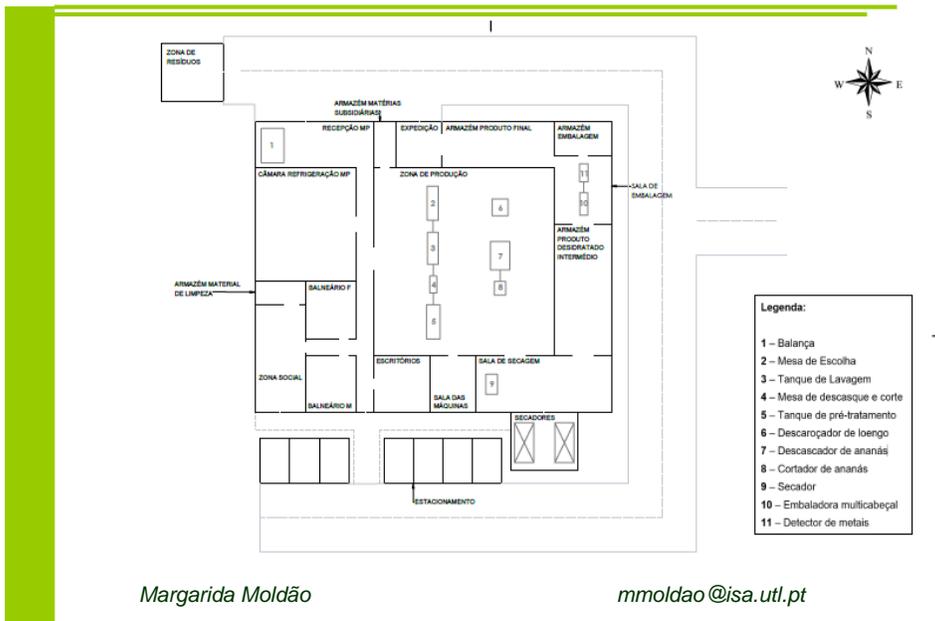
Key:

- 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



Legenda:

- 1 – Balança
- 2 – Mesa de Escolha
- 3 – Tanque de Lavagem
- 4 – Mesa de descasque e corte
- 5 – Tanque de pré-tratamento
- 6 – Descascador de loengó
- 7 – Descascador de ananás
- 8 – Cortador de ananás
- 9 – Secador
- 10 – Embaladora multicabeçal
- 11 – Detector de metais

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt



Margarida Moldão

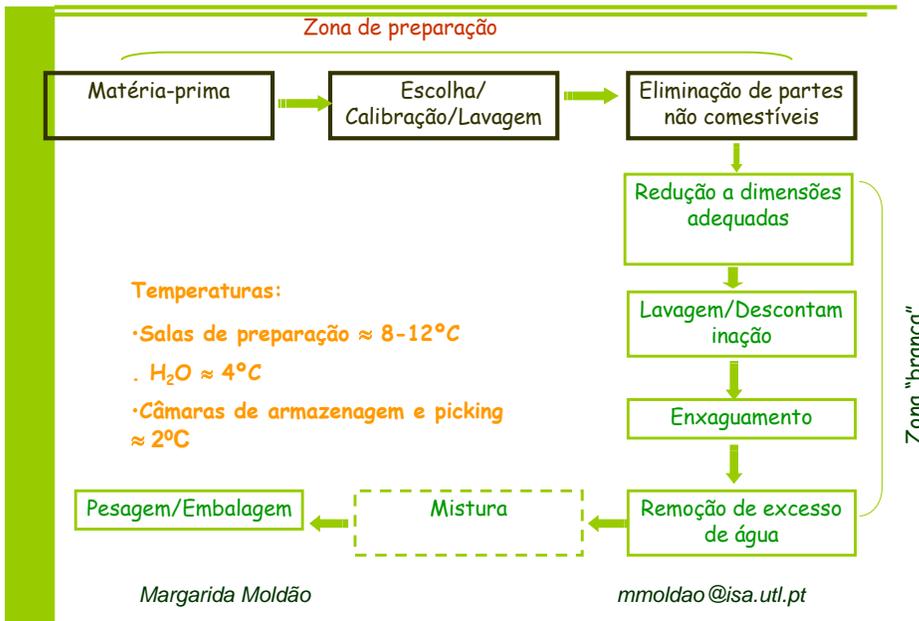
mmoldao@isa.utl.pt



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

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

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

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



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

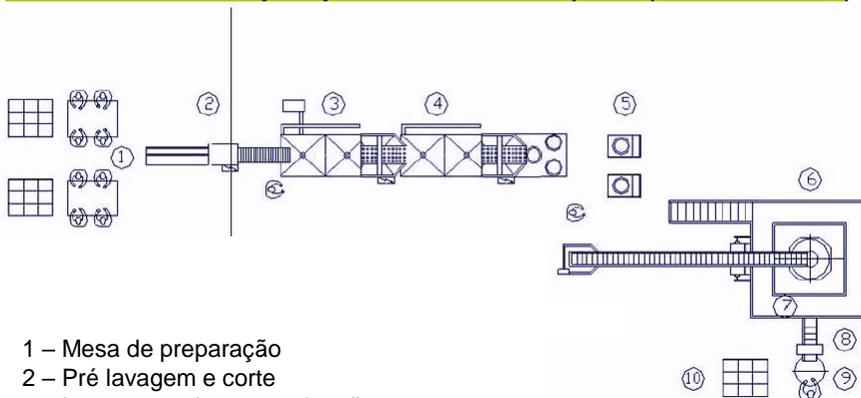
Embalagens e paletes

- 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 m³
 - europaleta: 1,82 m³
- Cargas unitárias durante o armazenamento e transporte:
 - 100 x 120 cm: 600 a 950 kg (120 a 200 kg/ m³)
 - europaleta: 350 kg (100 a 180 kg/m³)

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

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



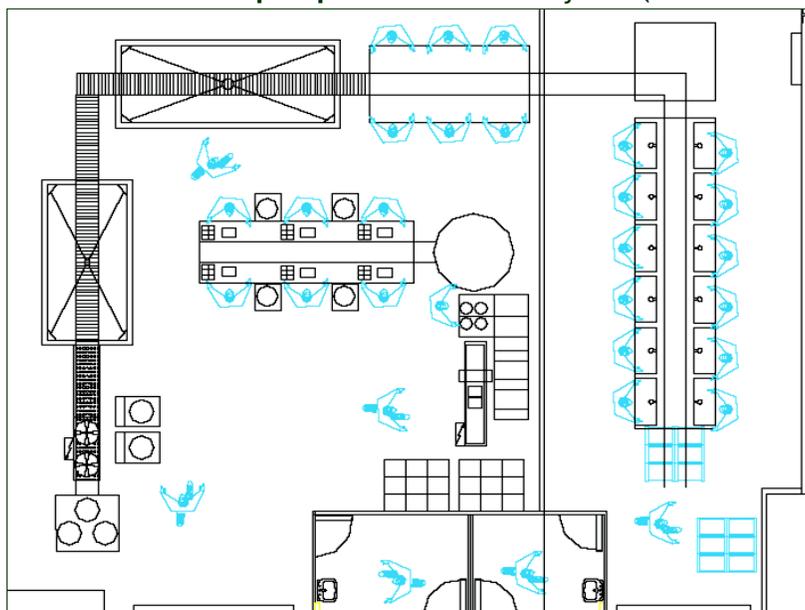
- 1 – Mesa de preparação
- 2 – Pré lavagem e corte
- 3 – Lavagem e descontaminação
- 4 – Enxaguamento
- 5 – Eliminação do excesso de água

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

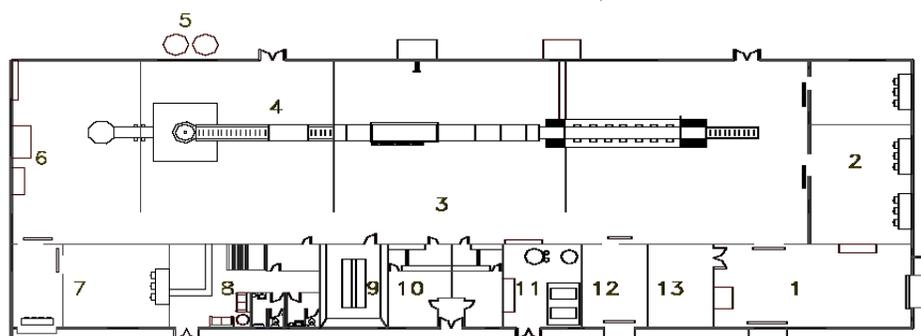
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

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

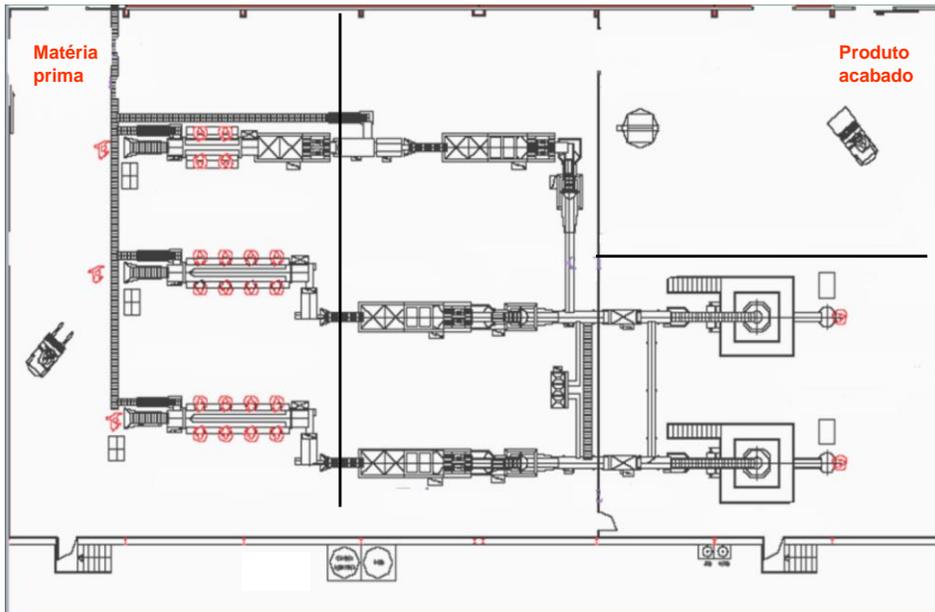


Exemplo de uma instalação média (10-40T/dia)

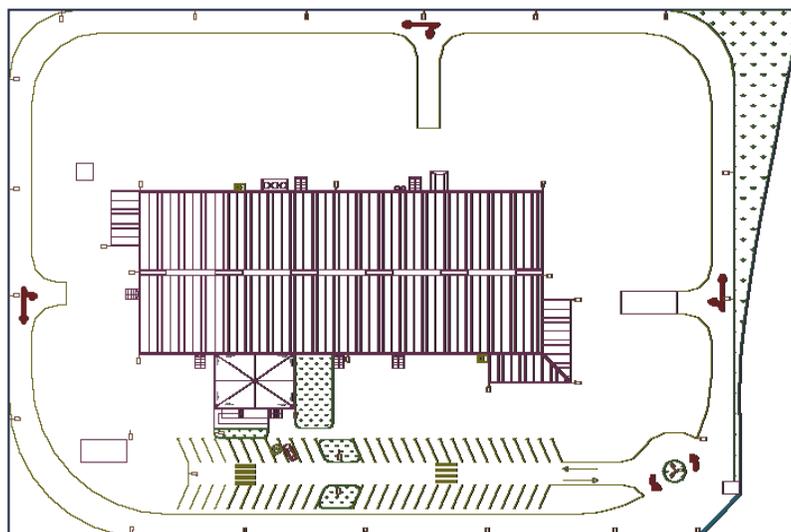


- | | |
|--|-----------------------|
| 1 – Recepção de MP | 8 – Escritórios |
| 2 – Câmaras de armazenamento de MP | 9 – Laboratório |
| 3 – Zona de preparação | 10 – Vestiários |
| 4 – Linha de processamento | 11 – Sala de máquinas |
| 5 – Gases para AM | 12 – Armazém |
| 6 – Controlo | 13 – Oficinas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

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

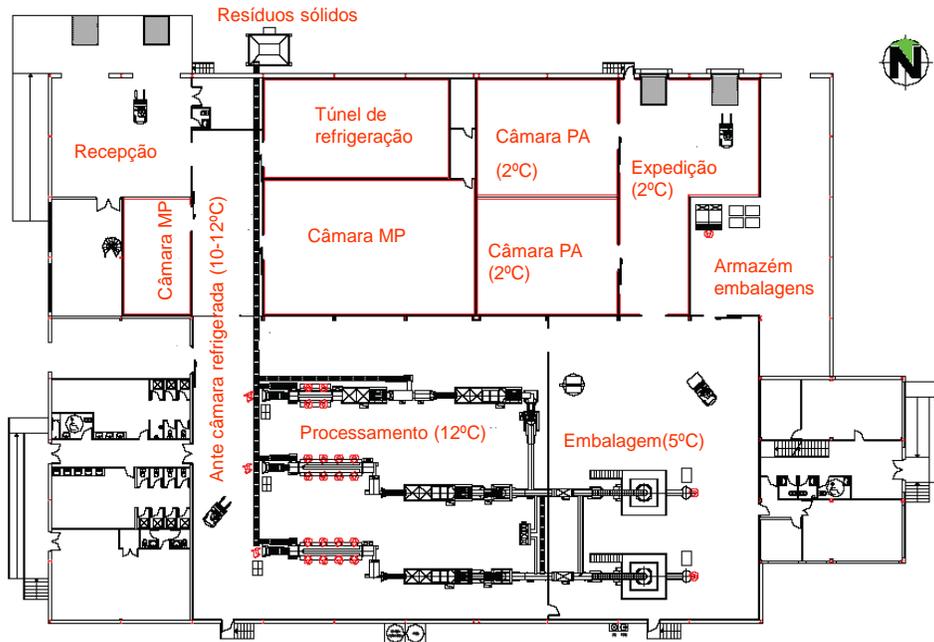



Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

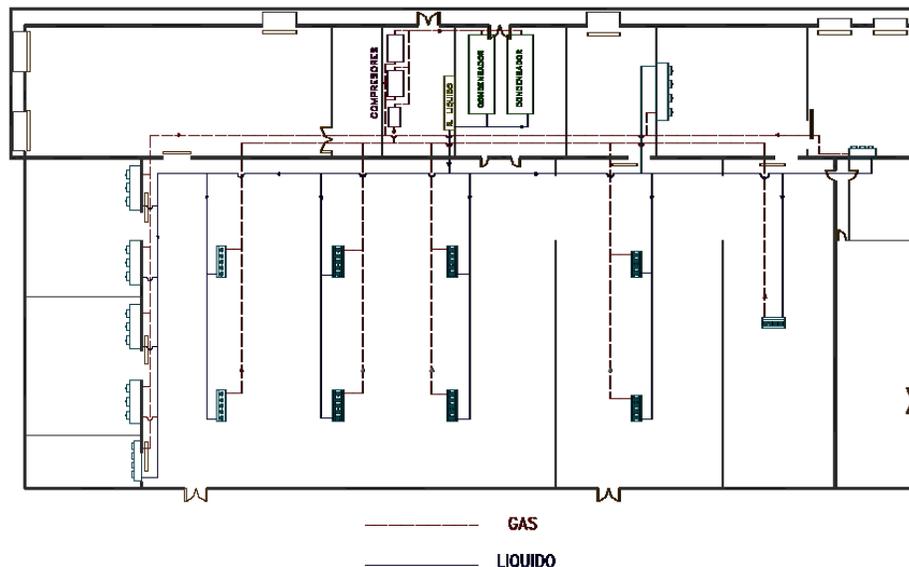


Cálculo da instalação frigorífica

- Selecção do sistema frigorífico
 - Fluido frigorigéneo
 - Fluido secundário
- Compressor(es)
- Evaporador(es)
- Condensador(es)
- Depósito de fluido frigorigéneo
- 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

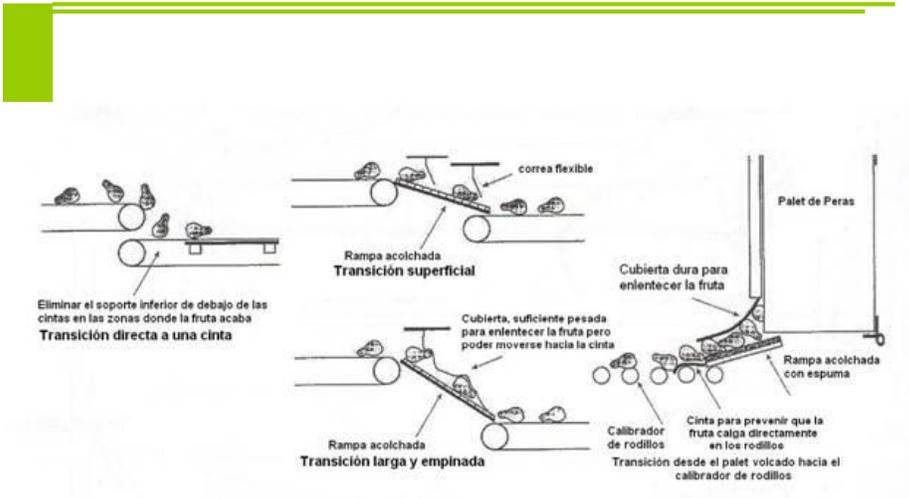
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Equipamento

Margarida Moldão

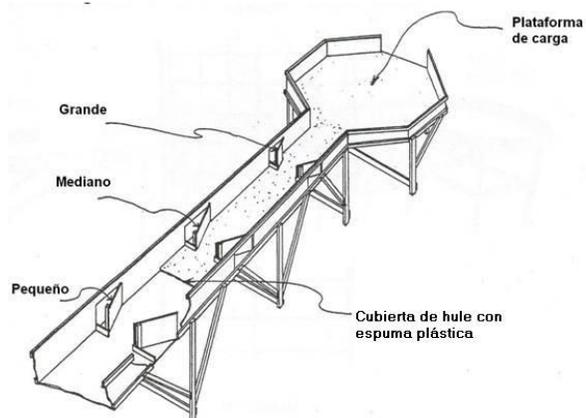
mmoldao@isa.utl.pt



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

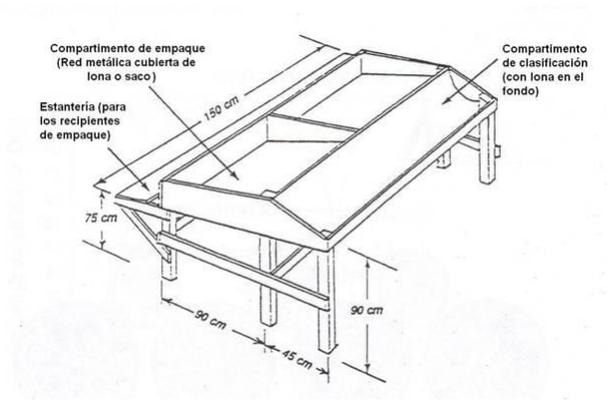
Calibrador



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

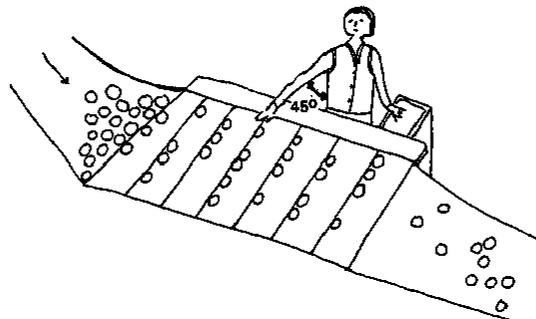
Mesa de escolha



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

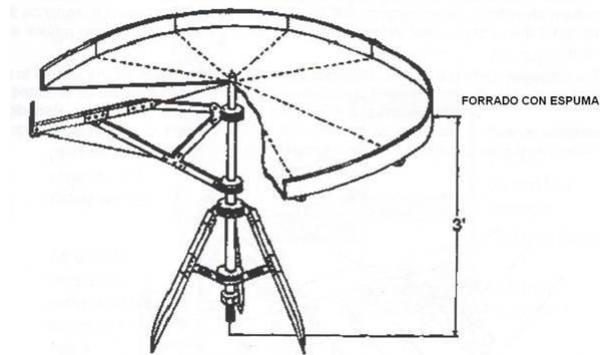
Tapete de escolha



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

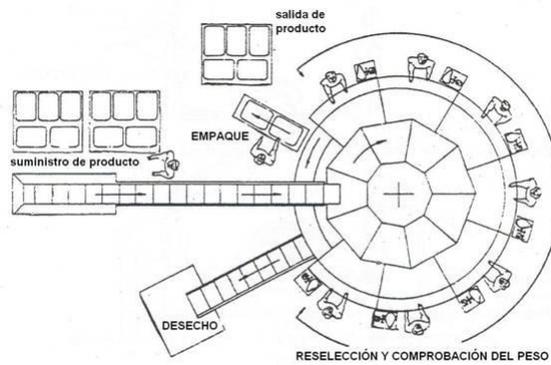
Mesa de escolha



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Embalagem de vegetais para venda em fresco



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt



Módulo para lavagem e escovagem



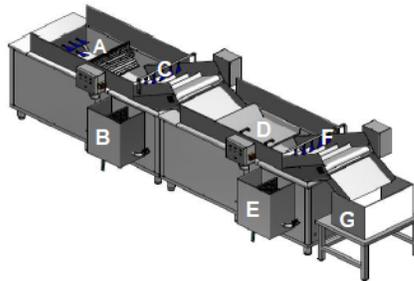
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

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

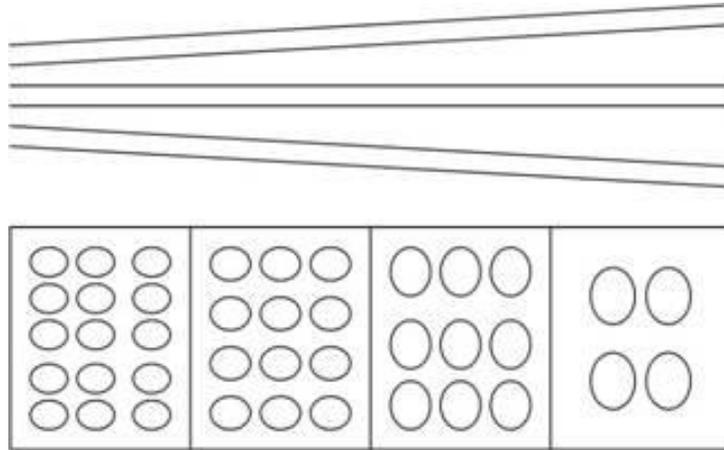
Calibração

- Calibradores de base volumétrica
- Calibradores de base gravimétrica

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Calibrador de base volumétrica



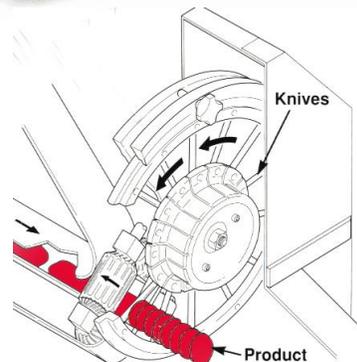
Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Cortadoras (TranSlicer 2000®) Urschel

Cortes Limpos e Uniformes
Elevada capacidade de produção

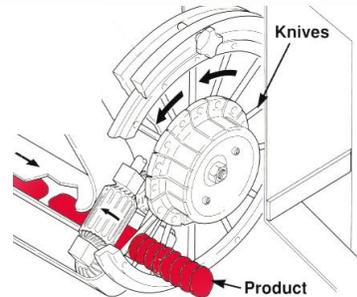
- Roda de Corte Standard
 - Rodelas Lisas ou Onduladas
 - Espessuras 0.8 mm a 51 mm
 - Corte tipo “Juliana”
 - Grande variedade de dimensões
- Roda de Corte MicroSlice®
 - Elimina Variações na Espessura do Corte
 - Gama de espessuras 0.8mm a 3 mm



Margarida Moldão

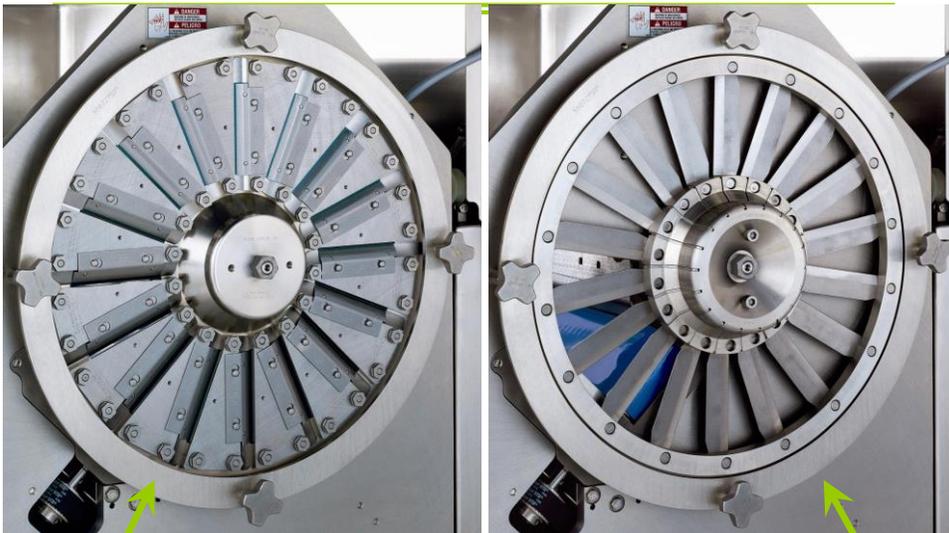
TranSlicer 2000®

- 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

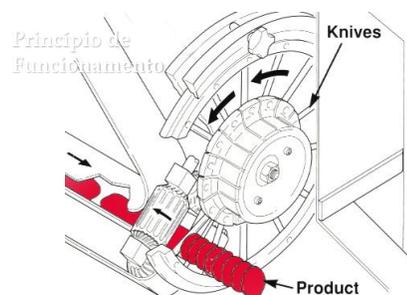
Roda de Corte rodelas

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

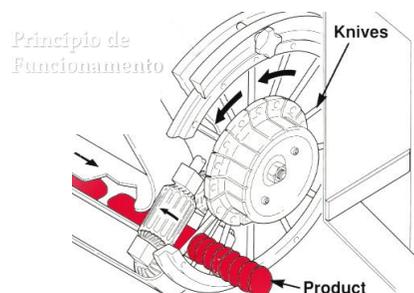
Margarida Moldão



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

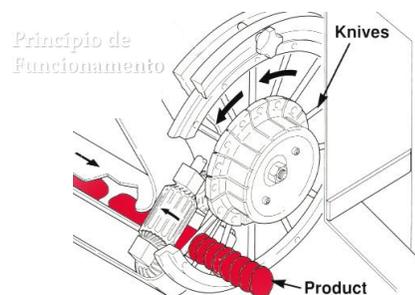


TranSlicer 2500® Cutter

- 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



FP-95 Centrifuge

Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Máquina de escolha para MP



Margarida Moiaão

mmoiaao@isa.utl.pt

Embaladora em cuvetes



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Embaladora em saquetas



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Detector de metais



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

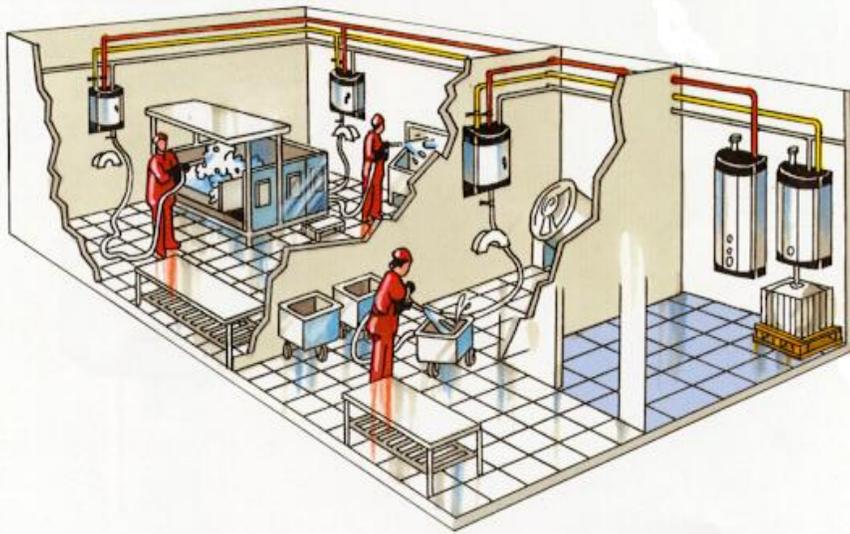
Armazém



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

Limpeza e descontaminação fáceis



Margarida Moldão

mmoldao@isa.utl.pt

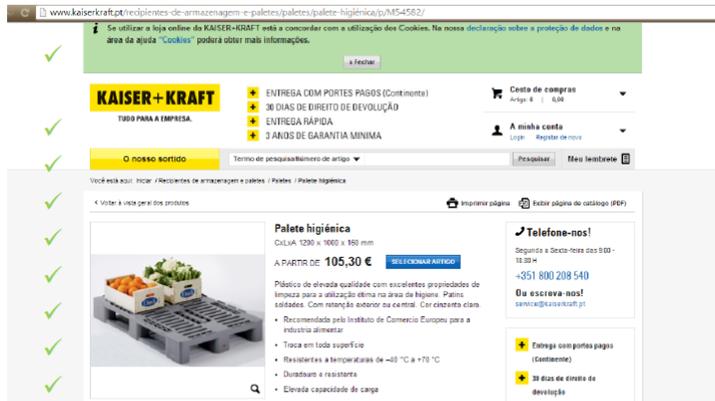
Caixas dobráveis de polipropileno



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

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

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

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

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

Fluidos de transferência térmica

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

Margarida Moldão

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