



Tecnologias de Utilização de Biomassa Florestal e Agro-Alimentar e Exemplos de Aplicação

Pedro Oliveira



CIUL, 1 de Março de 2011

Tecnologias de Utilização de Biomassa Florestal e Agro-Alimentar

- * **Biomassa**
- * **Tecnologias**
- * **Análise Económica**
- * **Aplicações**

Biomassa

- . Definição de acordo com a Directiva 2001/77/CE - “a fracção biodegradável de produtos e resíduos da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da floresta e das indústrias conexas, bem como a fracção biodegradável dos resíduos industriais e urbanos”;
- . A valorização da biomassa para produção de energia é uma forma de evitar as emissões de CO₂ para a atmosfera, uma vez que a quantidade de CO₂ emitida na combustão da biomassa é idêntica à captada pela planta aquando do seu crescimento ;

Biomassa

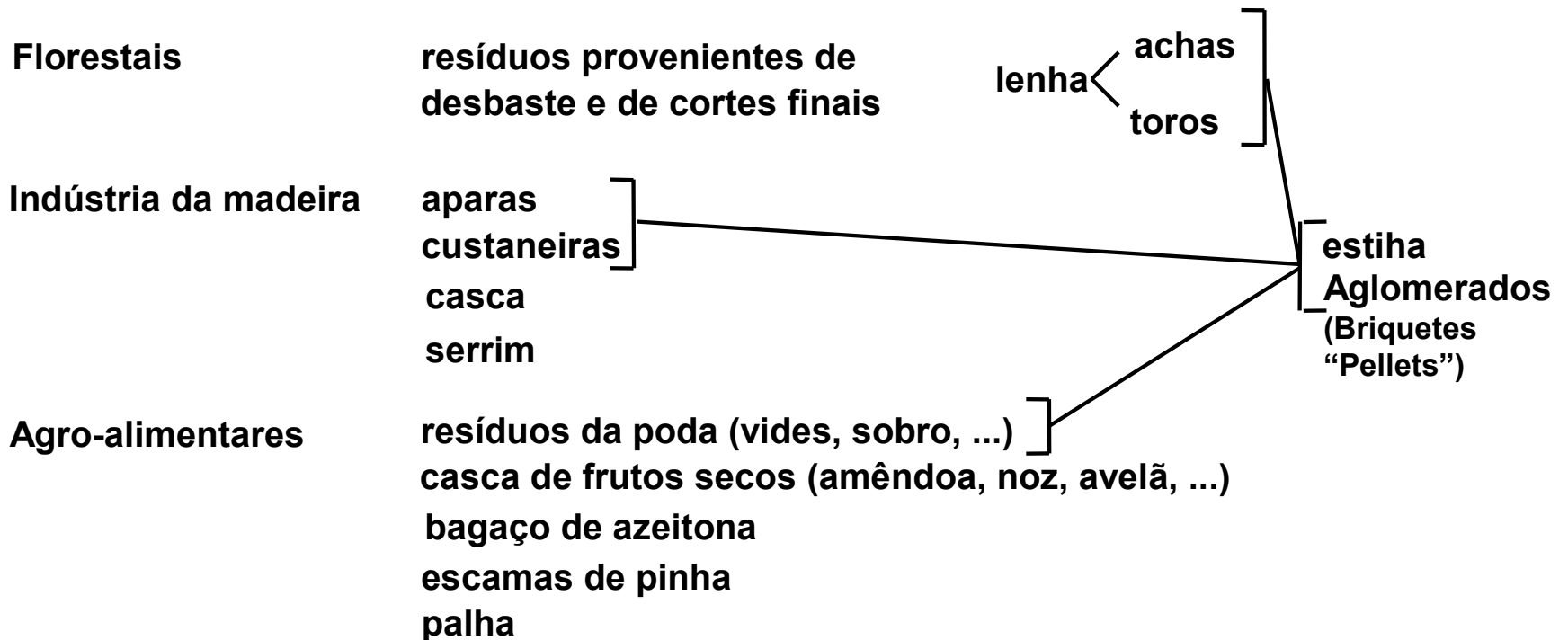
Tipos de biomassa:

- .**Sólida** – floresta, agricultura e indústria agro-alimentar;
- .**Biogás** – efluentes agro-pecuários, agro-industriais e urbanos;
- .**Biodiesel** (éter metílico) – óleos vegetais através do processo químico de transesterificação;
- .**Etanol** – fermentação de hidratos de carbono (açúcar, amido, celulose);
- .**Metanol** – do gás natural e da madeira através de um processo de gaseificação.

Biomassa

Sólida

. O combustível:



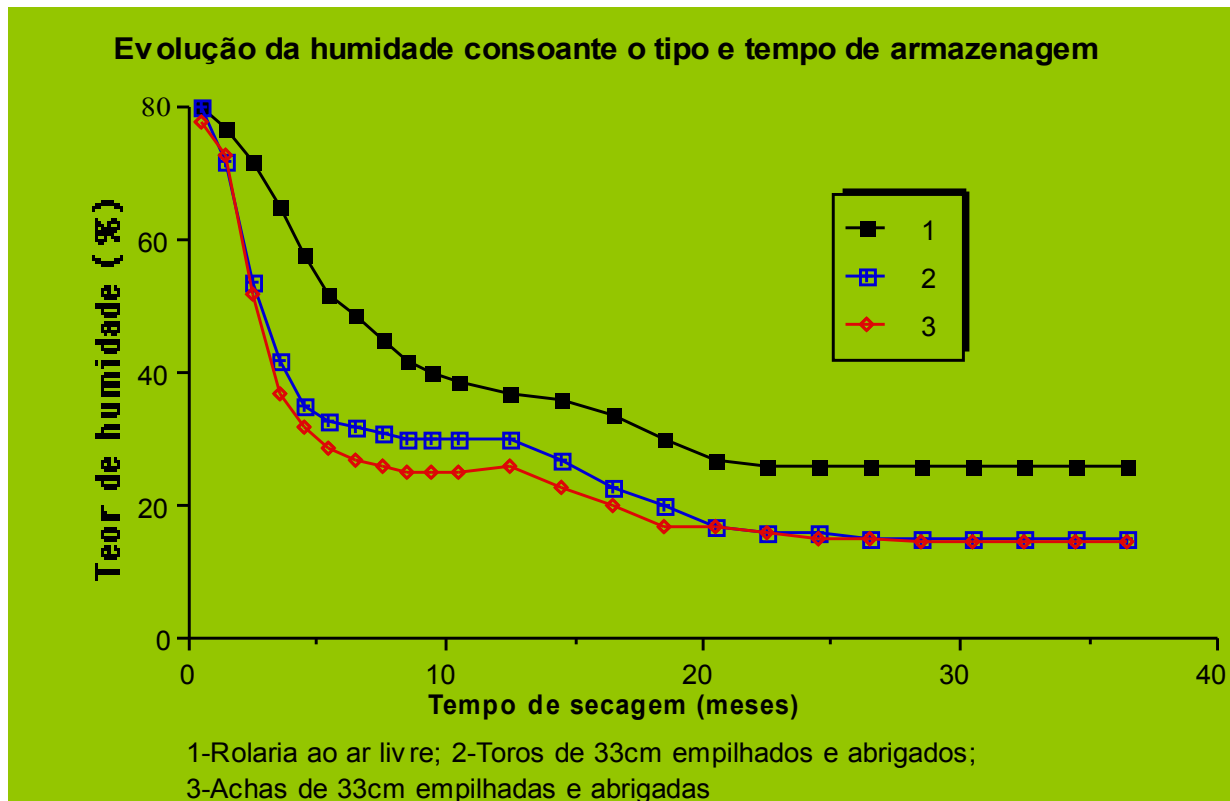
- *A dimensão do combustível permitirá ou não, a automatização do sistema de alimentação e queima.*

Biomassa Sólida

• A humidade é bastante variável:

- . produtos secos (<25%),
- . produtos húmidos (25 - 40%)
- . produtos muito húmidos (>40%).

Armazenagem em telheiro (16/18 meses) => teor humidade entre 15 a 20%



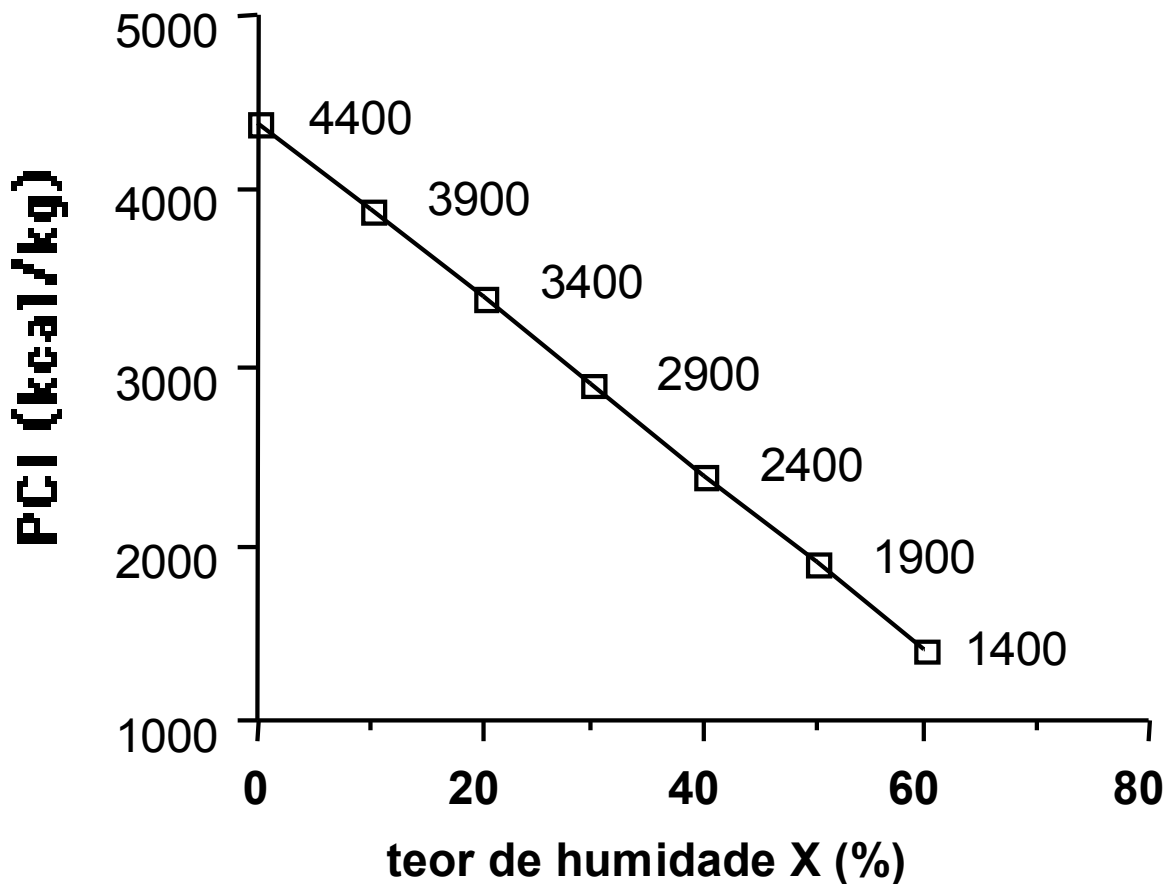
Biomassa

Sólida

. Poder Calorífico Inferior (PCI):

Quanto mais seco estiver o combustível, maior é o seu poder calorífico.

Quanto maior for a densidade do produto seco, mais elevado o potencial térmico contido num metro cúbico, menos frequentes serão os carregamentos e maior a autonomia da instalação.



Biomassa

Sólida

Combustão:

A combustão cobre simultaneamente as reacções químicas que se produzem no decurso da oxidação completa ou parcial do carbono e do hidrogénio.

Combustível + carburante → produtos da reacção + calor

A combustão da biomassa efectua-se em 4 fases:

- * 1ª - Secagem: a água contida na madeira é evaporada ;
- * 2ª - Pirólise (280°C): assegurada pela entrada do ar primário, a madeira decompõe-se e liberta matérias voláteis ;
- * 3ª - Inflamação dos gases (500°C): decorre com a entrada do ar secundário, as matérias voláteis ardem na fase gasosa originando uma chama difusa;
- * 4ª - Combustão do carvão: o resíduo carbonoso (brasa) oxida por reacção superficial.

Biomassa

Tecnologias

. Aparelhos de alimentação manual de combustível:

Lareira

- . Baixo rendimento (10 a 15%);
- . Sem regulação de ar;
- . Equipamento decorativo;
- . Custo entre 250€ a 1 500€.

Recomendações:

- . Colocar numa parede interior para evitar perdas para o exterior;
- . Entrada de ar carburante directamente do exterior;
- . Colocação de registo na chaminé, para controlo da tiragem de fumos;
- . Chaminé pelo menos 1 metro a acima do cume do telhado;
- . Periodicamente ser limpa;
- . Topo da chaminé com cobertura plana ou quase plana

Biomassa

Tecnologias

Aparelhos de alimentação manual de combustível:

Recuperador de calor

- . Adaptável a praticamente todas as lareiras e com soluções esteticamente interessantes;
- . Custo entre 300€ a 2 000€;
- . O funcionamento pode ser a ar ou a água;
- . Pode ser empregue para o aquecimento de um ou mais locais.;
- . Possibilita a regulação da entrada de ar
- . Rendimento pode atingir 60%;
- . Geralmente uma porta de vidro permite a visão do fogo,.

Biomassa

Tecnologias

Aparelhos de alimentação manual de combustível:

Salamandra

- . Potência varia entre 5 a 20 kW;
- . Custo entre 300€ a 2 500€;
- . O funcionamento pode ser a ar ou a água,;
- . Pode ser empregue para o aquecimento de um ou mais locais.;
- . Possibilita a regulação da entrada de ar;
- . Rendimento pode atingir 75%;
- . Actualmente existem salamandras com alimentação automática de “pellets” que possibilitam uma melhor autonomia.

Biomassa

Tecnologias

Aparelhos de alimentação manual de combustível:
“Salamandra”



Biomassa

Tecnologias

Aparelhos de alimentação manual de combustível:

Fogão de cozinha

- * A função essencial destes aparelhos é fornecer o calor necessário à culinária e consequentemente o aquecimento da cozinha.
- * Rendimento entre 60 a 65% que podem fornecer água quente, tanto para os radiadores numa instalação pequena, como para a produção de águas quentes sanitárias;
- * O preço oscila entre 400€ a 2 500 €;
- * O maior inconveniente na utilização deste equipamento, é provocar um sobreaquecimento da cozinha durante o Verão e obrigar a uma grande circulação de lenha pela casa.

Biomassa

Tecnologias

Aparelhos de alimentação manual de combustível:

Caldeira

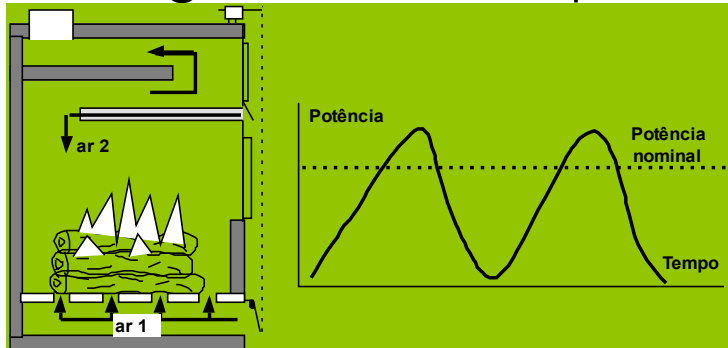
- . Alimentada com lenha (0,38 a 1,7 m) ou briquetes;
- . 2 a 3 carregamentos por dia;
- . Rendimento entre 60 a 75%;
- . Exige um sistema hidráulico para a distribuição de calor;
- . Tem regulação de ar;
- . Custo entre 350€ a 3 500€;
- . Pode ser de 2 tipos:
 - Caldeira com fornalha horizontal: equipada com uma fornalha cilíndrica ou oval, geralmente mais funda do que alta onde se podem queimar achas mais compridas, mais grossas ou em maior quantidade do que nas caldeiras com fornalha vertical;
 - Caldeira com fornalha vertical: equipadas com uma fornalha rectangular e por vezes circular, geralmente mais alta do que profunda.

Biomassa

Tecnologias

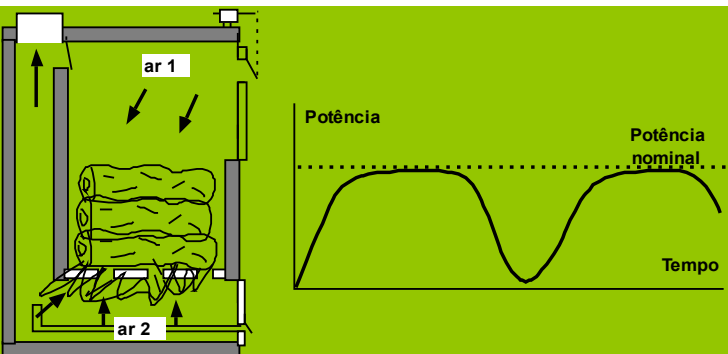
Aparelhos de alimentação manual de combustível:

Caldeira - Em função do desenvolvimento da chama e da tiragem de fumos, podem ser caracterizados 3 sistemas:



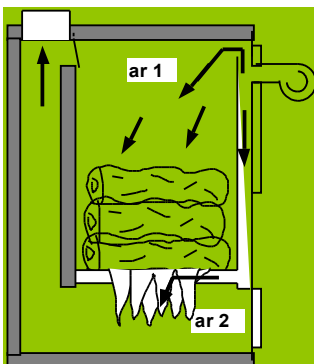
1 - Caldeira com tiragem natural e combustão a montante

- Combustão incompleta, potência irregular e reduzida autonomia



2 - Caldeira com tiragem natural e combustão a invertida

- Permite lenha mais húmida e boa autonomia com combustão regular



3 - Caldeira com tiragem forçada

- Tem rendimento cerca de 20% superior aos sistemas anteriores

Biomassa Tecnologias

Comparação de equipamentos

Equipamento	Rendimento	Custo	Outras observações
Lareira	Baixo (10% a 15%)	250 € a 1500 €	Elemento decorativo.
Recuperador de calor	Pode atingir 60%	300 € a 2000 €	Adaptável á maioria das lareiras (funciona a ar ou a água).
Salamandra	Pode atingir 75%	300 € a 2500 €	Existem de alimentação automática (funciona a ar ou a água).
Fogão de cozinha	Entre 60% a 65%	400 € a 2500 €	Pode fornecer água quente a ser distribuída pela casa (radiadores).
Caldeira	Entre 60% a 75%	300 € a 3500 €	Exige um sistema hidráulico para a distribuição de calor.

Biomassa

Tecnologias

Aparelhos com alimentação automática:

- * Permitem a utilização da biomassa com rendimentos próximos dos sistemas que utilizam combustíveis fósseis e com semelhante comodidade (“pressionar botão”-> conforto).
- * O mercado actual oferece salamandras automáticas que vão desde 10 a 15 kW com autonomia até cerca de 60 horas para o aquecimento individual;
- * Caldeiras com potências a partir de 30 kW até alguns milhares de kW para o aquecimento central, produção de águas quentes sanitárias e produção de vapor.
- * A boa eficiência destes equipamentos requer um combustível com dimensões reduzidas e uma boa adaptação do sistema de alimentação e de queima ao tipo de combustível.

Biomassa

Tecnologias

Aparelhos com alimentação automática:

- * Essencialmente, estes equipamentos são constituídos pelos seguintes componentes:
 - O silo (diário ou de grande capacidade, em aço ou alvenaria)
 - A alimentação automática
 - Os equipamentos térmicos (fornalha, queimador, permutador)
 - Os periféricos (regulação + segurança).

Biomassa

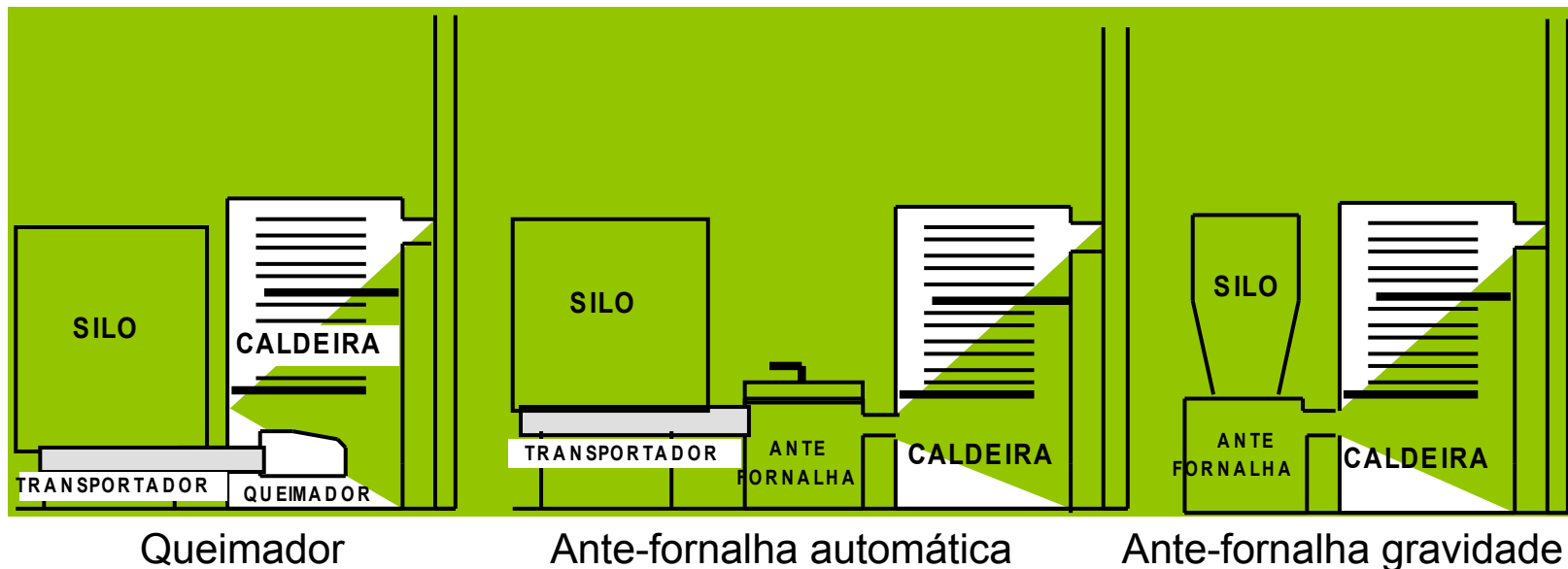
Tecnologias

Aparelhos com alimentação automática:

Configurações:

A escolha das tecnologias está em função da potência necessária, das características do combustível disponível e da integração arquitectónica:

- Instalações compactas de pequena potência (<100kW) com autonomia de cerca de 24 horas destinadas ao doméstico e preparadas para a utilização de um combustível com granulometria regular. O seu preço oscilando entre 3 500€ e 12 500€ para uma instalação completa (silo-fornalha-caldeira) de 40kW a 80kW.

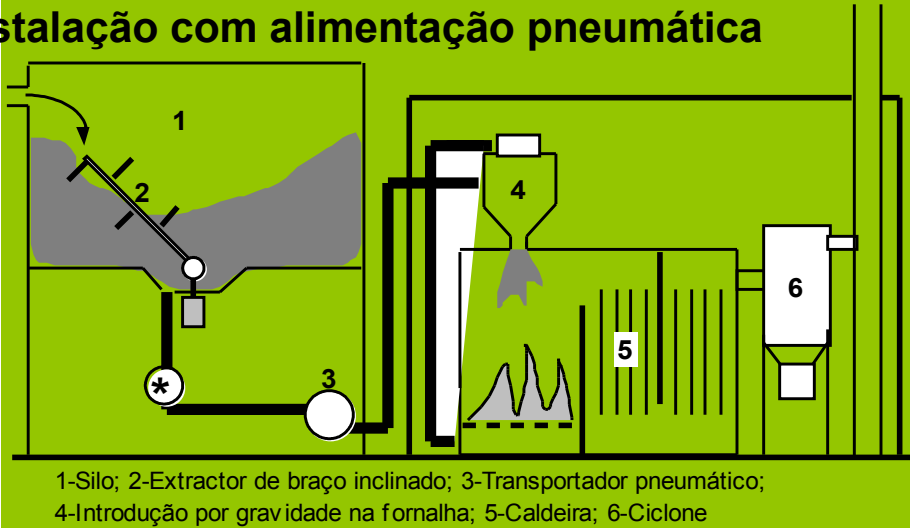


Biomassa

Tecnologias

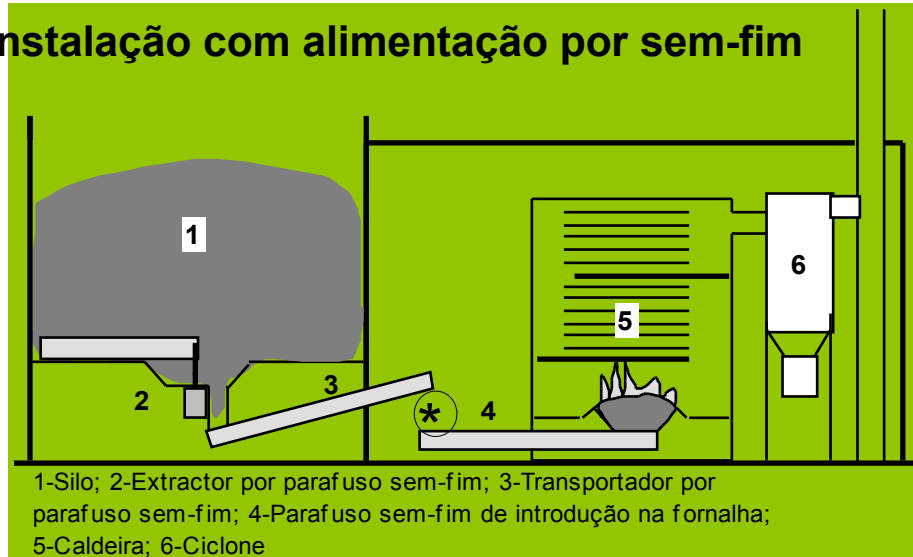
Aparelhos com alimentação automática:

Instalação com alimentação pneumática

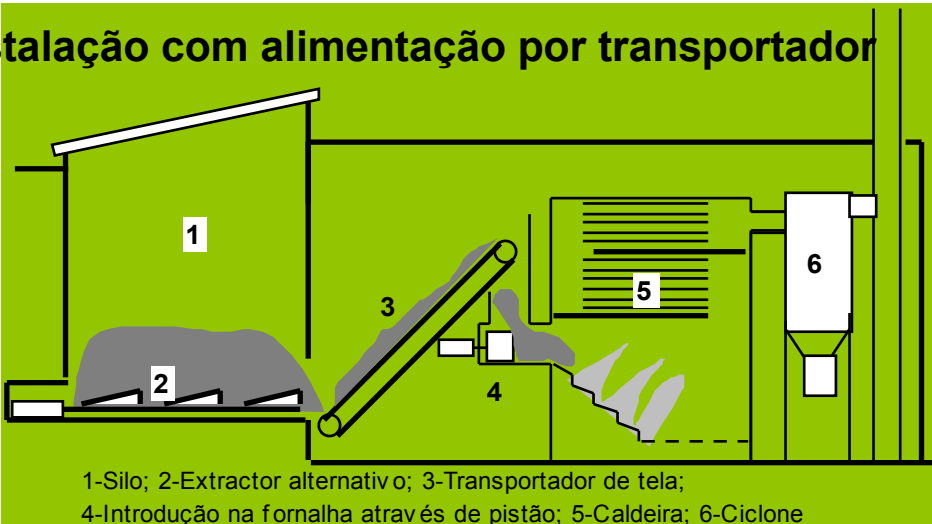


Configurações:

Instalação com alimentação por sem-fim



Instalação com alimentação por transportador



Biomassa



Biomassa

Análise Económica

Análise Económica (Pequena Instalação → 20 kW):

	LENHA → 3,5 kWh/kg 0,09 €/kg	PELLETS → 4,5 kWh/kg 2,66 €/sacos de 15kg	GÁS NATURAL → 10,53 kWh/kg 0,60 €/m ³	GPL → 13 kWh/kg 0,95 €/kg	ELECT. 0,12 €/kWh
Salam. Melhorada P _u = 20 kW 8,5h/dia 7 meses/ano (Out/Abr) T.U. = 65%	Rend.= 85% 5 140 kg <u>463</u> <u>€/ano</u>	Rend.= 85% 3 465 kg <u>614</u> <u>€/ano</u>	Rend. = 90% 2 057 m ³ /ano <u>1 234</u> <u>€/ano</u>	Rend.= 90% 1 684 kg <u>1 600</u> <u>€/ano</u>	21 800 kWh <u>2 616</u> <u>€/ano</u>

Biomassa

Análise Económica

Análise Económica (Média Instalação →580 kW):

	GPL	Estilha / GPL	Pellets / GPL
Enec. Piscina + AQS [kWh/ano]	441 682	441 682	441 682
Enec. Ar e outros [kWh/ano]	156 976	156 976	156 976
TOTAL ENERGIA FINAL NECESSÁRIA [kWh/ano]	598 658	598 658	598 658
TOTAL ENERGIA ÚTIL NECESSÁRIA [kWh/ano]	700 185	739 084	739 084
CONSUMO DE COMBUSTÍVEL ANUAL [kg]	53 860	263 959	164 241
CUSTO ENERGIA [€/ano]	71 095 €	7 919 €	24 636 €
CUSTO MANUTENÇÃO [€/ano]	924 €	2 772 €	1 848 €
CUSTO DA INSTALAÇÃO [€]		155 200 €	148 800 €
ECONOMIA ANUAL [€]		61 328 €	45 535 €
PRI [anos]		2.5	3.3
TIR a 20 anos [%]		65%	40%
Valia Económica (proveito/investimento) [%]		40%	31%
CO ₂ evitado [ton]		164	164

Biomassa

Aplicações

- * Aquecimento ambiente de escola primária com **sarmentos de videira**
- * Aquecimento ambiente de escolas primárias com **escamas de pinha**
- * Aquecimento de piscina com **energia solar** e **escamas de pinha**
- * Climatização de estalagem com **casca de amêndoa**

Biomassa

Aplicações

Aquecimento ambiente de escola primária

com **sarmentos de videira**

* Promotor

- * Câmara Municipal do Redondo

* Natureza do projecto

- * Valorização energética de sarmentos de videira
- * Aquecimento central da Escola Primária do Redondo constituída por 13 salas de aula distribuídas por três edifícios

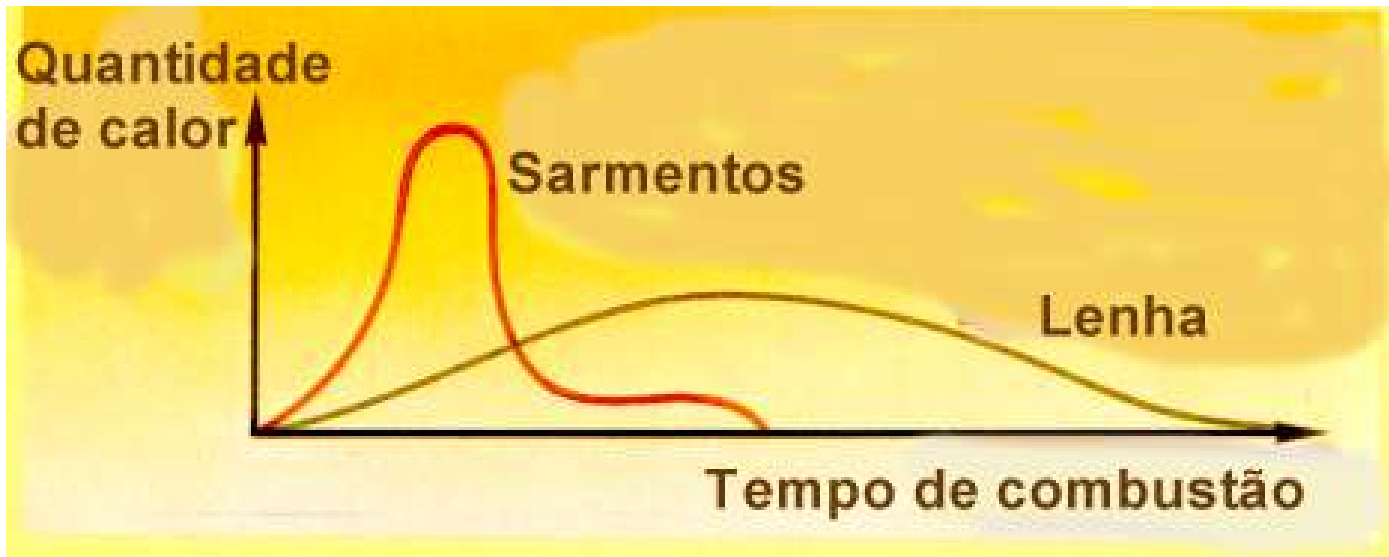
Biomassa

Aplicações

Sarmentos de videira - escolas

* O combustível

- * Poder Calorífico Inferior (PCI) do sarmento de videira: 4 kWh/kg
- * Para a mesma quantidade de calor produzido, o sarmento de videira arde 3 vezes mais rápido do que a lenha
- * Desenvolvimento de picos de calor acentuados



Biomassa

Aplicações

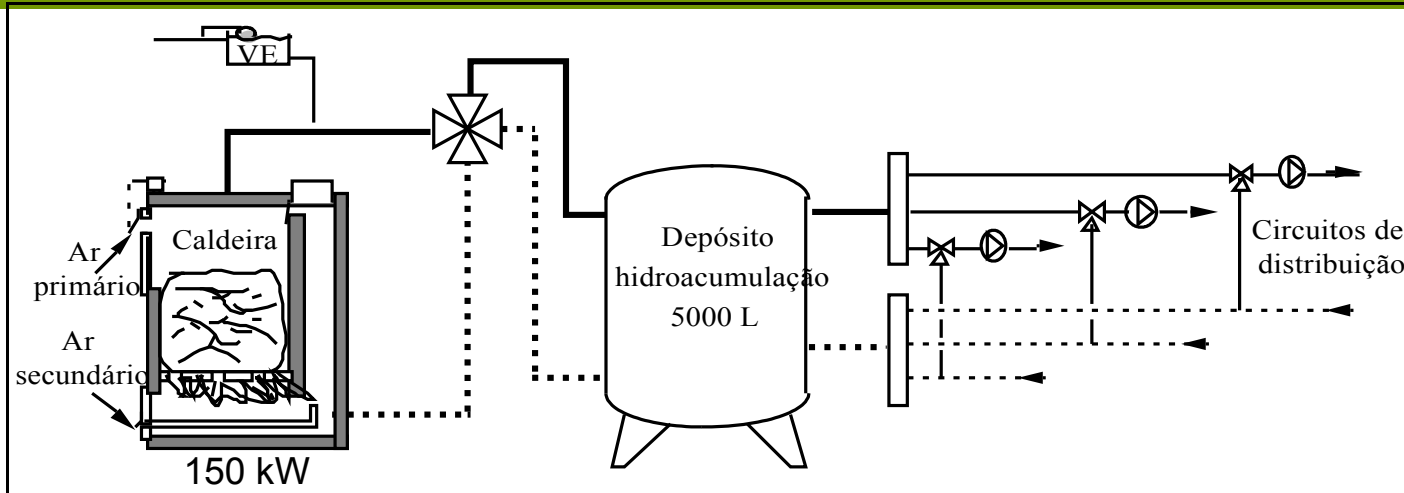


Biomassa

Aplicações

Sarmentos de videira - escolas

* Esquema da instalação



* Análise Económica

- Necessidade energética média anual: 114 500 kWh
- Consumo anual de sarmentos de videira: 43 ton.
- Investimento total (não inclui enfardadeira): 31 500 €.
- Economia anual (face ao aquecimento eléctrico]: 9 500 €.
- Tempo de retorno bruto do investimento: 3,3 anos

Biomassa

Aplicações

Aquecimento ambiente de escolas primárias com **escamas de pinha**

* Promotor

- * Câmara Municipal de Alcácer do Sal

* Natureza do projecto

- * Valorização energética de escamas de pinha
- * Aquecimento ambiente de 20 escolas primárias (42 salas de aula)

* Tecnologia

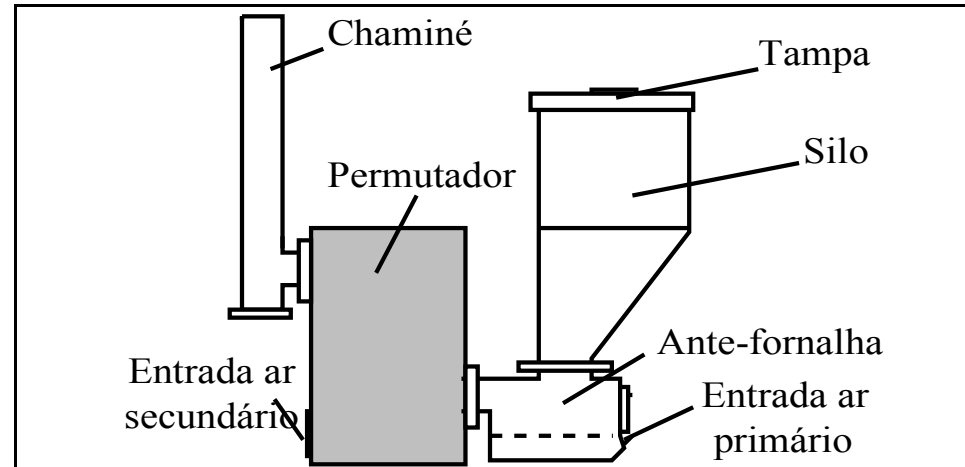
- * Salamandra com alimentação semi-automática de escamas de pinha instalada em cada sala de aula
- * Potência de 10 kW
- * Silo com autonomia de 10 a 15 horas
- * Alimentação por gravidade
- * Ante-fornalha
- * Permutador ar - ar

Biomassa

Aplicações

Escamas de pinha - escolas

* Esquema da salamandra



* Análise Económica

- * Necessidade energética média anual por sala de aula: 9 500 kWh
- * Poder Calorífico Inferior (PCI) da escama de pinha: 4 kWh/kg
- * Consumo anual de escamas de pinha nas 20 escolas: 200 ton.
- * Investimento total para as 20 escolas: 21 000 €
- * Economia anual (face ao aquecimento eléctrico): 17 500 €
- * Tempo de retorno bruto do investimento: 1,2 anos

Biomassa

Aplicações

Aquecimento de piscina com **energia solar** e
escamas de pinha

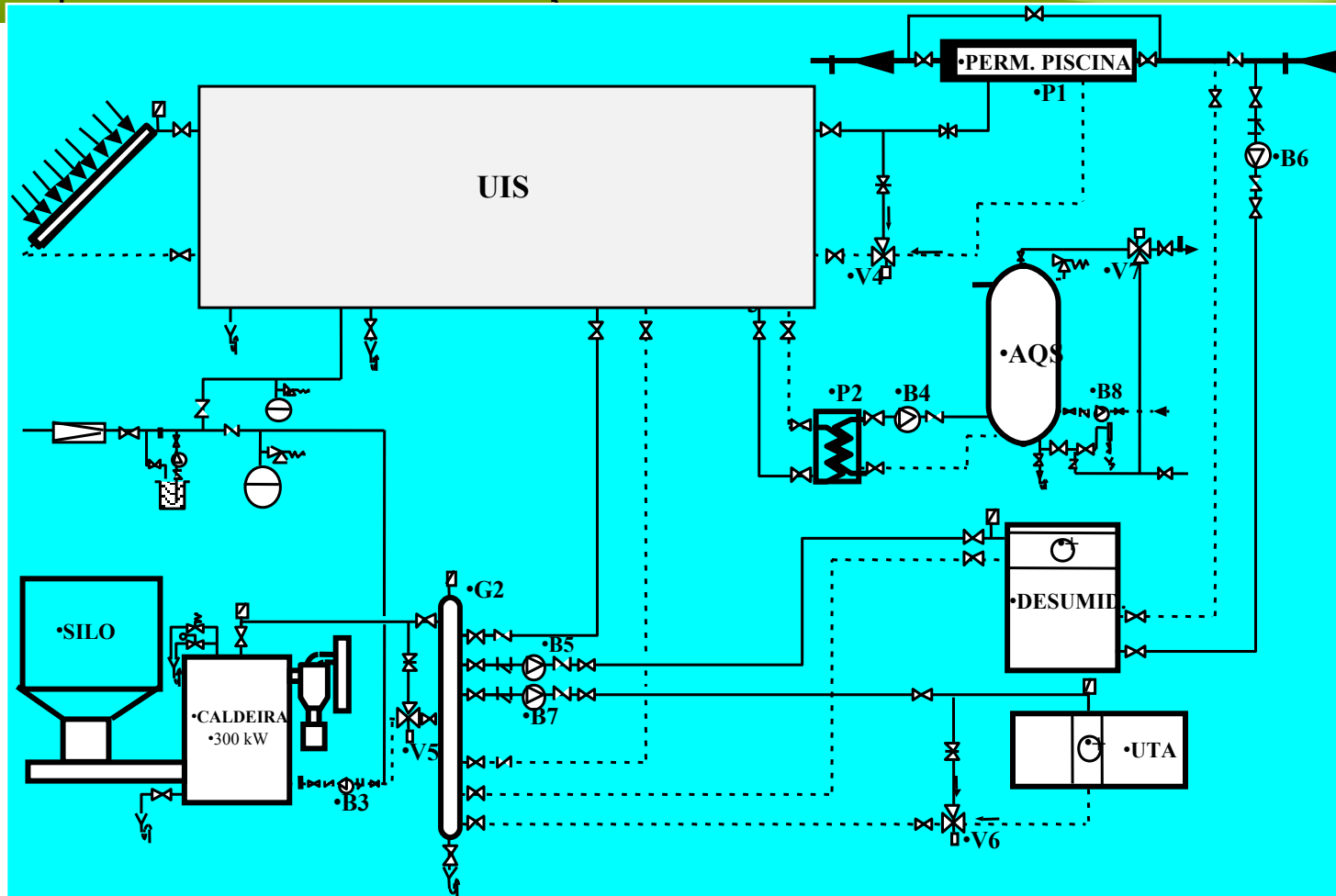
- * Promotor
 - * Câmara Municipal de Alcácer do Sal
- * Natureza do projecto
 - * Valorização energética de ESCAMAS DE PINHA de modo automático como energia de apoio ao SOLAR para aquecimento da água da piscina coberta (25x12,5m) e AQS
- * Tecnologia
 - * Sistema solar com 120 m²
 - * Unidade de Integração Solar (UIS)
 - * Caldeira de água quente com alimentação automática de escamas de pinha com potência de 300 kW
 - * Permutadores
 - * Depósito de acumulação de AQS
 - * Desumidificador e UTA

Biomassa

Aplicações

Escamas de pinha - piscinas

* Esquema da instalação



Biomassa

Aplicações

* Análise económica

* Necessidade energética total:	517 860 kWh/ano
* Energia captada pelos colectores solares:	124 540 kWh/ano
* Poder Calorífico Inferior (PCI) da escama de pinha:	4 kWh/kg
* Consumo de escamas de pinha:	150 ton/ano
* Investimento total:	185 500 €
* Economia anual (face ao gás propano):	30 000 €
* Tempo de retorno bruto do investimento:	6,2 anos
* Taxa interna de rentabilidade a 20 anos:	18 %



Biomassa

Aplicações

Climatização de estalagem com

casca de amêndoa

- Promotor

- AlfândegaTur,SA

- Natureza do projecto

- Valorização energética de casca de amêndoa de modo automático
- Aquecimento e arrefecimento central e AQS da Estalagem Nossa Senhora das Neves em Alfândega da Fé

- Tecnologia

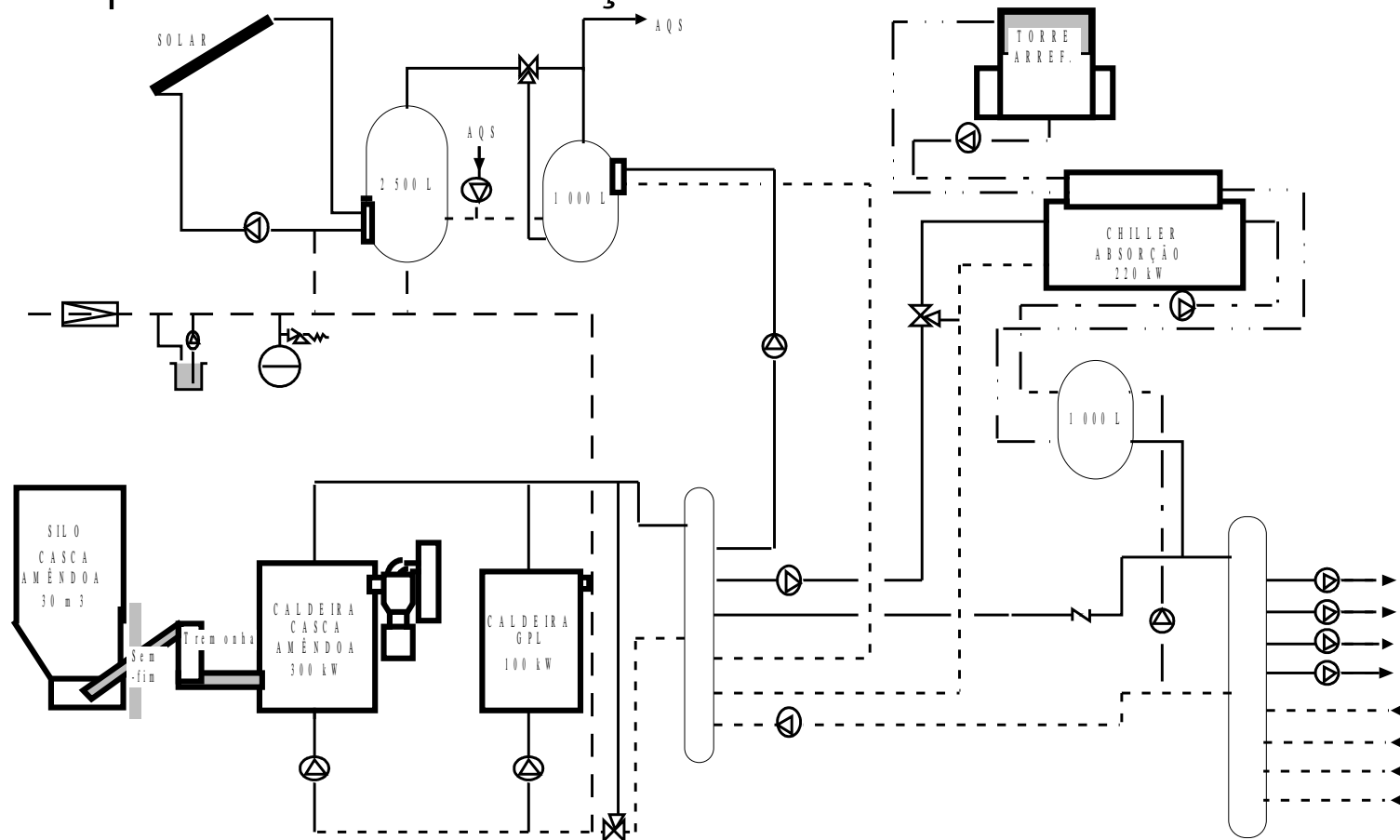
- Caldeira de água quente com alimentação automática de casca de amêndoa com potência de 300 kW
- Caldeira de apoio a gás propano com potência de 100 kW
- Chiller de absorção com potência de 220 kW (LiBr)
- Sistema solar com 60 m²
- Depósitos de acumulação de AQS
- UTAs

Biomassa

Aplicações

Casca de amêndoa - estalagem

* Esquema da instalação



Biomassa

Aplicações

• Análise económica

- Necessidade energética total (Verão e Inverno): 725 115 kWh/ano
- Energia captada pelos colectores solares: 45 660 kWh/ano
- Poder Calorífico Inferior (PCI) da casca de amêndoa: 4,3 kWh/kg
- Consumo de casca de amêndoa: 194 ton/ano
- Consumo de gás propano: 7 ton/ano
- Investimento total: 275 000 €
- Economia anual (face ao gás+electricidade): 31 500 €
- Tempo de retorno bruto do investimento: 8,7 anos
- Taxa interna de rentabilidade a 20 anos: 9,6 %



Biomassa

Estas instalações, tanto ao nível da sua concepção como do equipamento utilizado, são um bom exemplo do aproveitamento de um recurso energético local perfeitamente adaptável à climatização de edifícios e ao aquecimento de águas

Obrigado pela atenção.

Pedro Oliveira