



tesla

Transferring  
Energy Save  
Laid on Agroindustry

# MANUAL de

*Eficiência Energética em Lagares*

*IEE/12/758/SI2.644752*

**Coordenação do Manual:** UÉvora  
(Universidade de Évora)



Cofinanciado pelo programa Intelligent  
Energy Europe da União Europeia

**Versão atualizada:**

Maio de 2014

**Autores:**

Fátima Baptista, Dina Murcho e Luis Leopoldo Silva, Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Rural ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas

**Co-autores:**

O presente documento foi elaborado em conjunto com CIRCE, UÉvora, Tecaliman e ENEA, e inclui informação fornecida por Cooperativas Agroalimentarias, CoopdeFrance, CONFAGRI e Legacoop Agro.

**Financiamento:**

Este manual foi elaborado no âmbito do projecto TESLA (Intelligent Energy Europe) e foi financiado pela União Europeia.

**Copyright:**

Este manual pode ser copiado e distribuído, desde que seja incluída a referencia do copyright. Docentes, formadores ou outros utilizadores devem mencionar os autores, o projeto TESLA e o programa Intelligent Energy Europe.

***“A responsabilidade do conteúdo deste manual é exclusiva dos autores. O seu conteúdo não reflete necessariamente a opinião da União Europeia. Nem a EACI ou a Comissão Europeia são responsáveis por qualquer utilização que se possa fazer da informação aqui apresentada”.***



Transferring  
Energy Save  
Laid on Agroindustry

# 0. ÍNDICE

## 1. INTRODUÇÃO

1.1. Análise do sub-sector do azeite	7
1.1.1. Produção	7
1.1.2. Métodos de extração do azeite	8
1.1.3. Consumo de energia	9
1.2. Ponto de vista socioeconómico	9

## 2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

2.1. Receção, limpeza e lavagem	10
2.2. Moenda e homogeneização da pasta de azeitona	11
2.3. Separação do azeite da água e partículas sólidas	14
2.4. Armazenamento	16
2.5. Engarrafamento	17

## 3. ANÁLISE ENERGÉTICA DOS LAGARES

3.1. Consumo de energia elétrica e térmica	17
3.2. Custos energéticos	21
3.3. Balanço de energia (Diagrama de Sankey)	21
3.4. Particularidades do sub-sector	23

## 4. MEDIDAS DE POUPANÇA DE ENERGIA

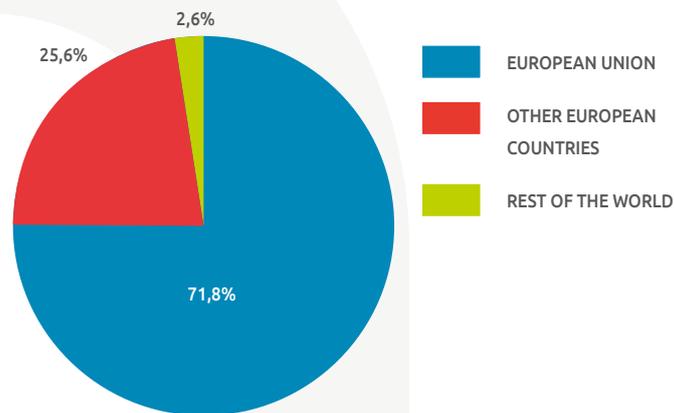
4.1. Utilização de biomassa nas caldeiras dos lagares	23
4.2. Instalação de moinhos com Listelos em vez de telas	24
4.3. Melhoria no processo de separação das fases	25
4.4. Processo de decantação em tanques em vez de centrifugação vertical	26
4.5. Limpeza do azeite por decantação mecânica: Oleosim	26
4.6. Motores eficientes	27
4.7. Sistemas de ar comprimido	29
4.8. Variadores de velocidade	30
4.9. Isolamento	31
4.10. Aquecimento de água ou ar	32
4.11. Iluminação	35
4.12. Baterias de condensadores para redução da potência reativa	36
4.13. Centros de transformação de alta eficiência	36
4.14. Otimização da gestão	36

## 5. CONCLUSÕES

## 6. REFERÊNCIAS

## 1. INTRODUÇÃO

A oliveira é uma espécie geograficamente limitada por condições edafo-climáticas. É uma cultura especialmente adaptada ao clima Mediterrânico, sendo uma das principais culturas da região Mediterrânica. Teve a sua origem na Anatólia (atual Turquia) à cerca de 8000 anos e a partir daí espalhou-se para o Médio Oriente, Norte de África e Sul da Europa. Assumiu, ao longo do tempo, uma grande importância, do ponto de vista económico, cultural e social, nas civilizações da Bacia Mediterrânica. A produção de azeite é um sector essencial da estrutura da produção agrícola nos países do Sul da Europa. Perto de 95% das áreas de olival localizam-se na Bacia Mediterrânica. Em 2010/2011, os países da União Europeia (Espanha, Itália, França, Grécia e Portugal) foram responsáveis por 71,8% da produção mundial de azeite (figura 1).



**Figura 1.** Produção mundial de azeite em 2010/11 (elaborado com dados do IOC, 2012)

A produção de azeite dos quatro países analisados neste documento (Portugal, Espanha, França e Itália) apresenta diferenças significativas, como se observa na figura 2. A Espanha é de longe o maior produtor de azeite contribuindo com 52% a 74% do total da produção de azeite dos quatro países. Segue-se a Itália com 23% a 46% e depois, bastante atrás, Portugal e França, com valores entre 2% a 3%, e 0,2% a 0,4%, respetivamente.

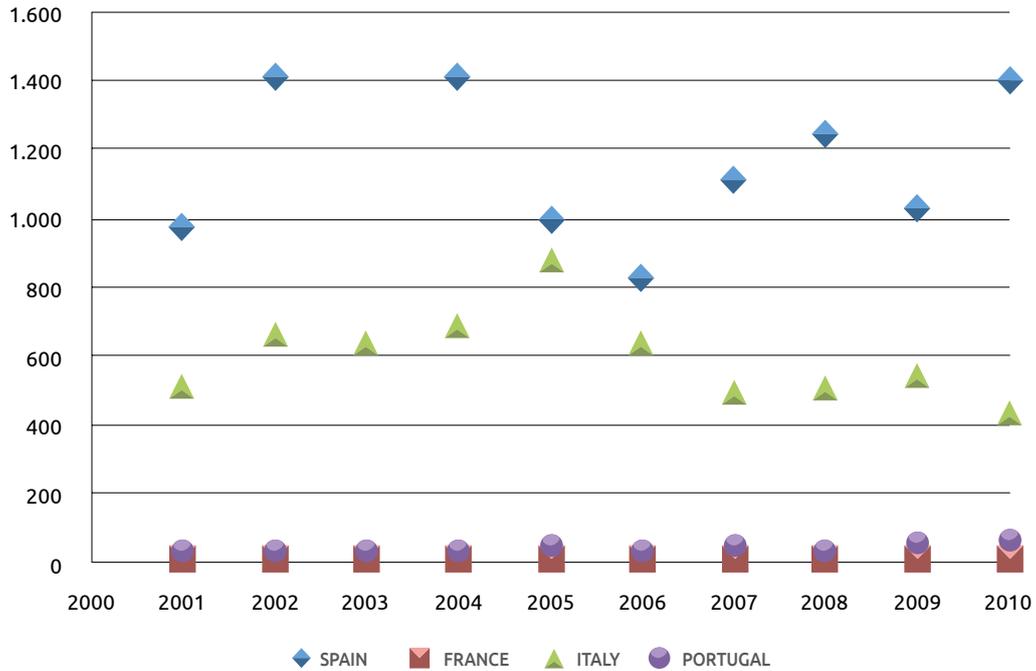


Figura 2. Produção de azeite (1000 tons) (elaborado com dados do IOC, 2012)

A tabela 1 apresenta algumas das características do sector olivícola nos quatro países, de acordo com os dados

publicados pelo INE, 2012; IOC, 2012; INEA, 2012, e AFIDOL, 2012.

**TABELA 1. CARATERISTICAS DO SECTOR.**

<b>SECTOR OLIVICOLA - 2011</b>	<b>PORTUGAL</b>	<b>ESPAÑA</b>	<b>FRANÇA</b>	<b>ITÁLIA</b>
<b>Área de olival para azeite (ha)</b>	338.048	2.584.564	55.000	1.144.400
<b>Produção de azeitona (ton)</b>	510.733	7.820.000	16.740	3.122.500
<b>Produtividade média (kg azeitona/ha)</b>	1.511	3.026	300	2.728
<b>Lagares em atividade (nº)</b>	527	1.750	254	4.809
<b>Produção de azeite (ton)</b>	76.200	1.651.000	3.348	464.900
<b>Produtividade (kg azeite/ha)</b>	227	639	58	406
<b>Rendimento em azeite (%)</b>	15	21	20	15
<b>Consumo de azeite (ton)</b>	78.000	574.000	112.000	610.000
<b>Consumo de azeite per capita (kg)</b>	7,4	12,3	1,7	10,3
<b>População residente</b>	10.557.560	46.815.916	64.612.939	59.394.000

Fonte: INE, 2012; IOC, 2012; INEA, 2012; GPP, 2013; e AFIDOL, 2012.

## 1.1. Análise do sub-sector do azeite

### 1.1.1. Produção

**ESPAÑA** A Espanha é o maior produtor de azeite do mundo, com produções médias anuais de cerca de 750.000 tons, e um máximo de 1,4 milhões tons. A área plantada de olival tem aumentado nos últimos anos, e tem atualmente mais de 300 milhões de oliveiras, que ocupam uma área de cerca de 2,5 milhões de hectares, que representam mais de 25% da área mundial de olival (ASOLIVA), e 50% da área da EU-27 (EUROSTAT). É uma das culturas mais importantes do país, que em poucas décadas se tornou um pilar na investigação e desenvolvimento tecnológico do sector olivícola.

**ITÁLIA** Na Itália, como é referido na análise económica do Sector olivícola (European Commission, Directorate- General for Agriculture and Rural Development, 2012), em 2008, havia um total de 1.350.000 hectares com olival, com uma densidade média de plantação de 132 oliveiras/ha. De um modo geral os olivais italianos são pequenos (70% têm menos de 2 ha). A produção de azeitona é de cerca de 3.000 kg/ha. A produção média anual de azeite na década de 2000-2010 andou entre os 500 e 600 kg/ha.

**FRANÇA** De acordo com o IOC (2012), em 2011, existiam em França 5,1 milhões de oliveiras espalhadas por 55.000 hectares. A área de olival corresponde a menos de 0,18% da Superfície Agrícola Utilizada (SAU), e a densidade média de plantação é de 92 oliveiras/ha. A oliveira não é uma cultura importante em França, e a maioria dos olivais são antigos (64% da área total de olival tem mais de 50 anos). Os olivais novos (com menos de 5 anos) representam apenas 4% da área total plantada. De qualquer modo, a área de olival tem vindo a aumentar nos últimos anos, e existe uma expectativa de ter cerca de 59.700 hectares de olival em 2014.

**PORTUGAL** Em 2011 existiam 345.683 ha de olival em Portugal, dos quais 7.635 ha eram para produção de azeitona de mesa e 338.048 ha para produção de azeite. Nesse ano a produção de azeite foi de aproximadamente 832.000 hl (76.200 ton). Um lagar com uma produção superior a 920 tons azeite/ano é considerado grande, e com uma produção inferior a 95 tons azeite/ano é considerado pequeno. Com base nisto e analisando os dados do INE, baseados em 123 lagares, 76% da produção total de azeite é obtida em grandes lagares, 22% em lagares de média dimensão e apenas 2% em pequenos lagares.

### 1.1.2. Métodos de extração do azeite

Em Espanha, a maioria dos lagares foi modernizada e equipada com decaners de duas fases. Hoje em dia, 75% dos lagares espanhóis são lagares com processos de extração contínuos de duas fases, o que permitiu melhorar a qualidade do azeite e reduzir o volume de águas ruças. Os lagares têm diferentes tamanhos, sendo os mais comuns os que produzem entre 100 a 500 tons de azeite por ano.

Em Portugal, entre 2009 e 2011 a área de olival aumentou, o

que conduziu à instalação de novos lagares e à modernização dos já existentes, que passaram de lagares com processos tradicionais de extração de azeite a lagares com processos de extração mais eficientes: processos contínuos de três-fases e duas-fases. Levou também ao investimento em infraestruturas de aproveitamento e transformação do bagaço de azeitona. A Figura 3 mostra a evolução dos lagares nos últimos anos, com a diminuição dos lagares tradicionais e o aumento de lagares de duas-fases e três-fases.

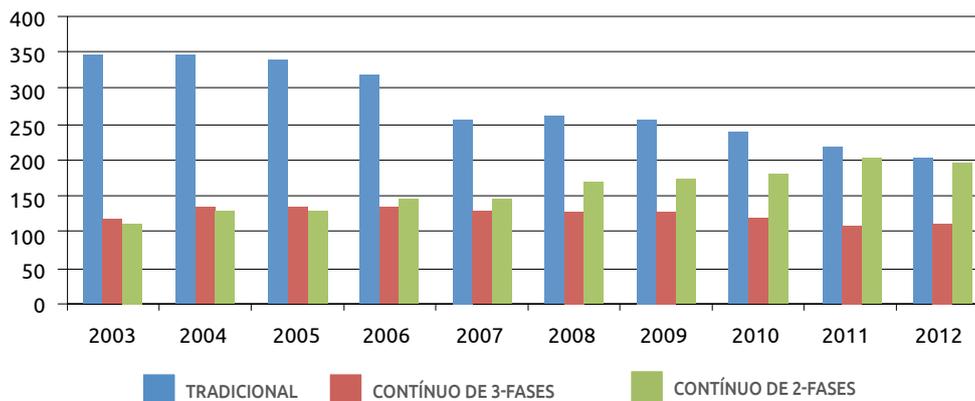


Figura 3. Número de lagares em Portugal com diferentes sistemas de extração de azeite (dados do INE, 2012)

### 1.1.3. Consumo de energia

De acordo com os dados do INE, recolhidos no Censos de 2011, e referentes à produção industrial anual, e a 123 lagares analisados, a energia consumida pelos lagares é essencialmente elétrica (98,3%), com uma reduzida contribuição de biomassa, gásóleo e gás, com valores de 1%, 0,5% e 0,2%, respetivamente. No entanto, de acordo com a informação obtida no Projeto CO2OP, onde se analisaram seis cooperativas espanholas de lagares, em lagares onde o caroço de azeitona é utilizado como biomassa em caldeiras de aquecimento, o consumo de energia elétrica pode rondar os 50% sendo os outros 50% de energia consumida provenientes do caroço de azeitona.

### 1.2. Ponto de vista socioeconómico

**ESPAÑA** De acordo com a OSCAE 2009 (Cooperativas Agroalimentarias),FIAB 2008 e MARM 2009, existiam 1.744 lagares em Espanha, sendo 951 deles cooperativas. Associadas aos lagares existem outras infraestruturas que trabalham no sector do azeite. A Espanha tem 6.260 fábricas que extraem óleo de bagaço. O bagaço de azeitona é uma importante fonte de óleo, que é extraído por processos físicos ou químicos. O produto conhecido como óleo de bagaço, teve uma produção anual de 96 milhares de

toneladas em 2010 (Anuario de estadística, 2011). Existiam também 1.519 fábricas de embalagens, 90% das quais associadas aos lagares.

**ITÁLIA** Em 2011, de acordo com os dados do IOC 2012, existiam 4.809 lagares em Itália, para um total de 1.350.000 hectares de olival. A produção de azeite é muito mais fragmentada do que em Espanha. Em 2007, de acordo com o Eurostat, o número de explorações com olival era de 776.000, com uma dimensão média de 1,3 ha.

**PORTUGAL** De acordo com o INE, em 2011 existiam em Portugal 527 lagares, dos quais 138 eram cooperativas. Os lagares de cooperativas produzem 30% da produção total de azeite (GPP, 2013).

**FRANÇA** Em 2009 existiam 254 lagares em França, com uma capacidade média de processamento de 21 ton/ano (IOC, 2012). Existiam olivais em cerca de 29.243 explorações agrícolas, mas 85% deles com menos de 2 hectares (IOC, 2012).

Em relação ao volume de negócios anual, os dados do sub-sector olivícola eram os seguintes:

**PORTUGAL** De acordo com informação do INE, em 2011 o volume de negócios estimado para o sector foi de 465 milhões de Euros.

**ESPAÑA** De acordo com a Agência do Azeite, o volume de negócios na campanha de 2010/2011 foi de 2.492 milhões de Euros, considerando o azeite à saída do lagar, antes de ser engarrafado.

**ITÁLIA** De acordo com o estudo apresentado pelo ISMEA, em 2010 o volume de negócios do sector foi de 1.513 milhões de Euros.

**FRANÇA** De acordo com o estudo apresentado pela AFIDOL, em 2011 o volume de negócios do sector foi de 228 milhões de Euros.



## 2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Os lagares são um exemplo das agro-indústrias que têm apresentado uma evolução positiva nas últimas décadas, com modernização e adaptações tecnológicas, de modo a responder a exigências ambientais e de higiene.

O processo geral de produção do azeite consiste nas seguintes etapas: receção da azeitona, limpeza e armazenamento das azeitonas, moenda e homogeneização da pasta de azeitona, separação das fases, armazenamento do azeite e engarrafamento.

### *2.1. Receção, limpeza e lavagem*

Após a colheita existe um período limitado, de 24 horas, no qual se deve fazer a extração do azeite, de modo a evitar a deterioração e fermentação das azeitonas, o que iria diminuir a qualidade do azeite. Assim que as azeitonas chegam ao lagar são limpas e lavadas. Este processo é feito utilizando uma máquina específica para o efeito (figura 4), onde se faz a separação das azeitonas do restante material vegetal (folhas, ramos) e das partículas de solo que ficam agarradas às azeitonas durante o processo de colheita no campo, e a sua lavagem. O consumo de água neste processo é da ordem dos 10 a 12 litros por cada 100 kg de azeitona.



**Figura 4.** Máquina de limpeza e lavagem das azeitonas

Depois desta etapa as azeitonas são transportadas para contentores de armazenamento onde ficam até se iniciar a próxima fase do processo. Antes de entrarem nos contentores de armazenamento passam por uma balança onde são pesadas. As azeitonas são separadas em diferentes contentores de acordo com a sua variedade e qualidade, determinada na fase de receção.

## *2.2. Moenda e homogeneização da pasta de azeitona*

Nesta etapa as azeitonas são esmagadas num moinho de martelos (figura 5) dando origem a uma pasta de azeitona. O objectivo deste esmagamento é o de romper as células dos tecidos das azeitonas facilitando a libertação do azeite dos vacúolos das células. O caroço da azeitona representa 25% do seu peso, mas tem um teor de azeite inferior a 1%. A maior parte do azeite deriva da polpa da azeitona, que tem um teor de azeite entre 15 a 22% dependendo da variedade e das práticas culturais no campo.

É necessário ter especial atenção ao tempo e grau da moenda, que depende da malha dos crivos utilizados no moinho de martelos. Uma moenda demorada pode aumentar os processos de oxidação da pasta, prejudicando o sabor do azeite.



**Figura 5. Moinho de martelos**

A pasta de azeitona é batida e misturada, de modo a formar uma pasta homogénea, e dando continuação à libertação do azeite da polpa da azeitona e à quebra da emulsão azeite/água, permitindo a combinação de pequenas gotas de azeite em gotas maiores, o que facilita o processo mecânico de extração do azeite.

A misturadora horizontal (figura 6) tem três tanques cilíndricos de paredes duplas com pás furadas. Estas pás têm diferentes velocidades de rotação em função do tipo e dimensão

da misturadora, mas de um modo geral a velocidade de rotação é lenta de modo a permitir uma mistura lenta. A capacidade da máquina a utilizar é determinada pela quantidade de azeitonas que se pretende processar no lagar.



**Figura 6. Misturadora horizontal**

O processo de mistura é feito com temperaturas moderadas (entre 25°C e 28°C), que são mantidas pela água quente utilizada na misturadora. Esta água é aquecida numa caldeira de biomassa, que utiliza o caroço de azeitona como combustível. As temperaturas acima referidas facilitam a libertação do azeite, sem alteração das suas características organolépticas. O tempo e a temperatura de mistura são os dois parâmetros a ter em conta nesta fase do processo.

Tempos de mistura longos (Tabela 2) aumentam a produção de azeite, diminuindo o teor de azeite do bagaço (o resíduo sólido que fica depois da extração do azeite), mas permitem um período mais longo de oxidação, o que diminui a qualidade e vida útil do azeite. A temperatura influencia também a viscosidade do azeite.

Temperaturas elevadas permitem a obtenção de maior quantidade de azeite, uma vez que facilitam, na etapa seguinte, a separação da água do azeite. No entanto, se a temperatura da pasta for muito elevada pode dar-se uma redução da qualidade do azeite, produzindo-se azeite com sabor amargo (Petraakis, 2006).

**TABELA 2. INFLUÊNCIA DO TEMPO DE HOMOGENEIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE AZEITE.**

DETERMINAÇÕES		Tempo de homogeneização (min)		
		15	45	90
AZEITE EXTRAÍDO (%)		78,5	82,8	85,7
Bagaço	Quantidade (Kg/100 kg azeitona)	71,7	71,9	71,5
	Humidade (% no bagaço húmido)	57,7	58,2	58,9
	Azeite (% no bagaço húmido)	4,4	3,6	3,1
	Azeite (Kg/100 kg azeitona)	3,1	2,6	2,2
Água ruça	Quantidade (L/100 kg azeitona)	25	20	20
	Azeite (% na água ruça)	2,8	2,1	1,6
	Quantidade de azeite perdida nos sub-produtos (Kg/100 kg azeitona)	3,8	3,1	2,5

Fonte: adaptado de Di Giovacchino et al., 2002.

### 2.3. Separação do azeite da água e partículas sólidas

O passo seguinte consiste na separação do azeite do resto dos componentes da azeitona (parte sólida e água). Tradicionalmente isto é feito com a utilização de prensas, que hoje em dia deram lugar a processos de centrifugação, em centrifugadores horizontais de grande capacidade (os decanters) (figura 7). O processo de centrifugação em decanters pode ser um processo de três fases que permite a separação do azeite, da água (fase aquosa) e dos sólidos (fase sólida), ou um processo de duas fases onde se faz apenas a separação do azeite do bagaço húmido. A elevada força de centrifugação criada nos decanters permite a separação fácil das diferentes fases de acordo com a sua densidade.



**Figura 7. Centrifugadora horizontal (Decanter)**



**Figura 8. Centrifugadora vertical**

Nos decanters de três-fases, uma parte dos polifenóis do azeite é lavada, devido à elevada quantidade de água utilizada no processo (comparativamente aos processos tradicionais), o que origina uma grande quantidade de águas ruças que tem depois de ser tratada. Os decanters de duas-fases usam menos água no processo de extração do azeite, produzindo uma quantidade de água ruça significativamente menor e reduzindo a lavagem dos fenóis. A água utilizada neste processo é expelida pelos decanters juntamente com o bagaço, originando um bagaço húmido (com teor de água de 62 a 75%). Isto cria uma maior quantidade de bagaço comparativamente aos decanters de três-fases (Tabela 3). Nos dois casos, após deixar o decanter o azeite passa para uma centrifugadora vertical (figura 8) que remove os sedimentos naturais e faz ainda

a separação de alguma água que tenha ainda ficado no azeite. Devemos salientar que nos lagares de duas-fases é suficiente uma centrífuga vertical, enquanto nos lagares de três-fases são necessárias duas para completar o processo.

Uma para a mesma função descrita anteriormente e outra para separar o azeite que ficou na água ruça. Apesar da quantidade de azeite recolhido não ser grande, no final do ano pode ser considerável.

**TABELA 3. CARACTERÍSTICAS DO BAGAÇO E DA ÁGUA RUÇA OBTIDOS COM DIFERENTES PROCESSOS DE CENTRIFUGAÇÃO.**

DETERMINAÇÕES		Processo de centrifugação	
		2-fases	3-fases
AZEITE EXTRAÍDO (%)		86,1	85,1
Bagaço	Quantidade (Kg/100 kg azeitona)	72,5	50,7
	Humidade (% no bagaço húmido)	57,5	52,7
	Azeite (% no bagaço húmido)	3,16	3,18
	Azeite (% matéria seca)	7,44	6,68
Água ruça	Quantidade (L/100 kg azeitona)	8,3	97,2
	Resíduos sólidos (% na água ruça)	14,4	8,5
	Azeite (g/L)	13,4	12,6
	Azeite total perdido nos sub-produtos (Kg/100 kg azeitona)	2,42	2,8

Fonte: adaptado de Petrakis, 2006.

Nos dois processos de extração (2-fases ou 3-fases) os valores obtidos de cada componente são diferentes (Tabela 3).

No caso das 2-fases, depois da centrifugadora vertical o bagaço passa através de um crivo onde as partículas sólidas de maior dimensão (caroço) são separadas do resto do bagaço. Estes resíduos sólidos podem ser utilizados como combustível em caldeiras de biomassa, utilizadas para aquecer água, que é usada na misturadora horizontal e noutros equipamentos que necessitam de água quente (1 kg de caroço de azeitona por hora produz 4.100 kcal). O restante bagaço é geralmente vendido para a produção de óleo de bagaço. É transportado para instalações especiais onde o bagaço é aquecido, a temperaturas entre 45°C e 50°C, podendo extrair-se até 2 litros de azeite por cada 100 kg de bagaço, com a utilização de decanters de 2-fases adaptados.

#### 2.4. Armazenamento

Após a passagem pela centrifugadora vertical, o azeite, já completamente limpo, é pesado (figura 9) e é depositado em reservatórios de aço inoxidável (figura 10), onde fica por um período de aproximadamente 2 ou 3 meses. Este período é suficiente para uma limpeza final do azeite, com a deposição das partículas em suspensão, melhorando a qualidade do azeite.



Figura 9. Pesagem do azeite



Figura 10. Reservatórios de aço inoxidável

## 2.5. Engarrafamento

Após o período de armazenamento o azeite está pronto a ser consumido. Geralmente é engarrafado em garrafas de vidro (figura 11) e fica pronto para entrar no circuito comercial.



**Figura 11.** Engarrafamento do azeite

## 3. ANÁLISE ENERGÉTICA DOS LAGARES

Nos parágrafos seguintes são apresentados valores usuais de energia consumida em dois tipos de lagar com diferentes volumes de produção. São valores médios para lagares com capacidade de processamento anual de 1.600 e 300 toneladas de azeite (nos dois casos com decanters de 2-fases e caldeiras de biomassa). Os lagares têm uma atividade claramente sazonal, de Novembro a Março, nos quatro países analisados, com pequenas diferenças de país para país.

A principal fonte de energia consumida é a elétrica. Da recepção das azeitonas, passando pela limpeza e lavagem, moenda, batadura e mistura, centrifugação e engarrafamento, todas as máquinas trabalham com eletricidade. Também é utilizada água quente, aquecida numa caldeira a gásóleo ou a biomassa, como p.e. os caroços de azeitona ou outro tipo de biomassa.

### *3.1. Consumo de energia elétrica e térmica*

As Tabelas 4 e 5 mostram valores médios do processo normal de produção de um lagar de 2-fases com uma caldeira de biomassa, para, respetivamente, lagares com produções anuais de 1.600 e 300 toneladas de azeite.

**TABELA 4. VALORES DO PROCESSO NORMAL DE PRODUÇÃO PARA UM LAGAR COM PRODUÇÃO ANUAL DE 1.600 TONS DE AZEITE.**

<b>PROCESSO (ORDEM SEQUÊNCIAL)</b>	<b>TECNOLOGIA TIPICA</b>	<b>Potência elétrica instalada (kW)</b>	<b>Consumo de energia elétrica (kWh/ano)</b>	<b>Potência térmica instalada (kW)</b>	<b>Consumo de energia térmica (kWh/ano)</b>
<b>Receção, limpeza e armazenamento das azeitonas</b>	Motores elétricos	750	21.000		
<b>Moenda e preparação da pasta</b>	Motores elétricos, Caldeira de biomassa	400	93.000	870	270.000
<b>Separação das fases: decanter e centrifugadora</b>	Motores elétricos do decanter de 2-fases	170	120.000		
<b>Armazenamento</b>	Motores elétricos, Caldeira de biomassa	170	12.000	200	26.000
<b>Engarrafamento</b>	Motores elétricos	70	4.000		
<b>Iluminação e outros processos elétricos auxiliares</b>	Lâmpadas fluorescentes	40	38.000		
<b>Processos térmicos auxiliares</b>	Caldeira de aquecimento, empilhadores			260	40.000
<b>TOTAL</b>		<b>1.600</b>	<b>288.000</b>	<b>1.330</b>	<b>336.000</b>

Fonte: Dados de um estudo das Cooperativas Agro-alimentarias em seis lagares em 2010.

**TABELA 5. VALORES DO PROCESSO NORMAL DE PRODUÇÃO PARA UM LAGAR COM PRODUÇÃO ANUAL DE 300 TONS DE AZEITE.**

<b>PROCESSO (ORDEM SEQUENCIAL)</b>	<b>TECNOLOGIA TIPICA</b>	<b>Capacidade (tons/h ou L/h)</b>	<b>Potência elétrica instalada (kw)</b>	<b>Consumo de energia elétrica (kWh/ano)</b>	<b>Potência térmica instalada* (kw)</b>	<b>Consumo de energia térmica (kWh/ano)</b>
<b>Receção, limpeza e armazenamento das azeitonas</b>	Motores elétricos	40 ton/h	70	3.600		
<b>Moenda e preparação da pasta</b>	Motores elétricos, Caldeira de biomassa	25 ton/h	100	13.000	175*	50.000
<b>Separação das fases: decanter e centrífugadora</b>	Motores elétricos do decanter de 2-fases	1.000 L azeite/h	40	12.500		
<b>Armazenamento</b>	Motores elétricos, Caldeira de biomassa		0	0		
<b>Engarrafamento</b>	Motores elétricos	25 ton/h	6	710		
<b>Iluminação e outros processos elétricos auxiliares</b>	Lâmpadas fluorescentes		1	1.350		
<b>Processos térmicos auxiliares</b>	Caldeira de aquecimento, empilhadores	10 kg caroço/h			175*	10.000
<b>TOTAL</b>			217	31.160	175	60.000

Fonte: Dados de um estudo da Universidade de Évora, de um lagar representativo.

\*A potência térmica instalada refere-se à potência da caldeira para aquecimento da água utilizada tanto na moenda e homogeneização da pasta de azeitona como nos processos térmicos auxiliares, que não é possível considerar em separado.

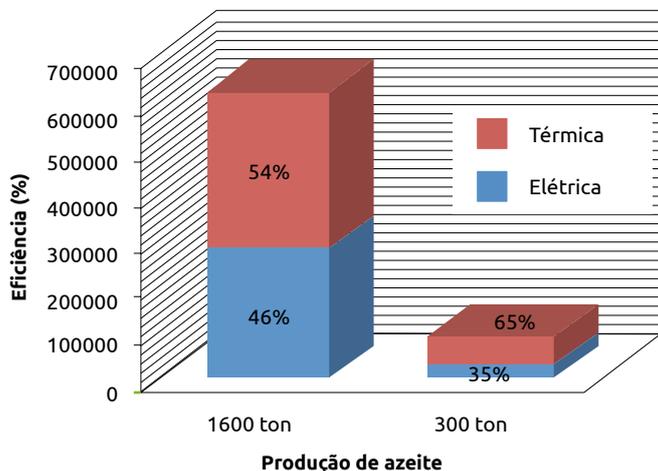
**TABELA 6. COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO ENTRE OS DOIS TIPOS DE LAGARES.**

	<b>Produção de azeite de 1.600 toneladas/ano</b>	<b>Produção de azeite de 300 toneladas/ano</b>
<b>Consumo de energia elétrica</b>	180 kWh/ton de azeite	104 kWh/ton de azeite
<b>Consumo de energia térmica</b>	210 kWh/ton de azeite	200 kWh/ton de azeite
<b>Potência elétrica instalada</b>	1.600 kW	217 kW
<b>Potência térmica instalada (caldeira, veículos, etc.)</b>	12.280 kW (caldeira) 50 kW (veículos)	175 kW (caldeira)

Fonte: Universidade de Évora e Cooperativas Agro-alimentarias (2010).

No que diz respeito ao consumo de energia térmica pode-se observar nas tabelas 4 e 5 que o consumo de biomassa é devido apenas à caldeira para aquecimento da água utilizada no processo de produção ou para aquecer os escritórios do lagar. Na maioria das caldeiras dos lagares utiliza-se o caroço da azeitona como combustível, e geralmente aquele que é obtido no processo de elaboração do azeite. Na figura 12 mos-

tra-se a contribuição relativa do consumo de energia elétrica e térmica, podendo verificar-se que nos lagares de 2-fases a distribuição é de aproximadamente metade para cada um destes tipos de energia, 54 e 46%, respetivamente. Podem encontrar-se, no entanto, algumas diferenças entre lagares com diferentes tecnologias de produção de azeite.



**Figura 12. Distribuição relativa do consumo de energia em lagares**

### 3.2. Custos energéticos

O custo normal da energia elétrica para a indústria é de cerca de 0,08 a 0,12 €/kWh; e o custo normal de energia térmica de 0,015 a 0,02 €/kWh. Considerando um preço médio de 0,10 €/kWh para a energia elétrica e de 0,017 €/kWh para a energia térmica pode dizer-se que os custos totais de energia variam entre 4.136 e 34.512 € por ano, para os lagares analisados, o

que representa um custo por tonelada entre 13,8 € e 21,6 €. O custo de energia elétrica pode representar entre 75 e 83% do custo total de energia. No entanto, como a maioria dos lagares usa os resíduos da sua própria produção como biomassa para as caldeiras, o custo de energia térmica é geralmente baixo e apenas relacionado com a secagem do caroço de azeitona. Assim, os custos da energia elétrica correspondem a praticamente 100% dos custos totais de energia.

### 3.3 Balanço de energia (Diagrama de Sankey)

A Figura 13 apresenta o balanço de energia (térmica e elétrica) utilizando o diagrama de Sankey para os lagares analisados, com capacidade de processamento de 1.600 tons/ano. Pode-se observar a distribuição relativa do consumo dos dois tipos de energia em cada etapa de produção. No que respeita à energia térmica, o consumo mais elevado é nas etapas de moenda e homogeneização da pasta, enquanto no caso da energia elétrica ele ocorre nas etapas de separação das fases e também na homogeneização da pasta de azeitona. Isto mostra que as medidas para melhorar a eficiência energética devem focar-se nestas etapas da produção. A receção da azeitona e a iluminação também são importantes, com um consumo de 4% da energia total.

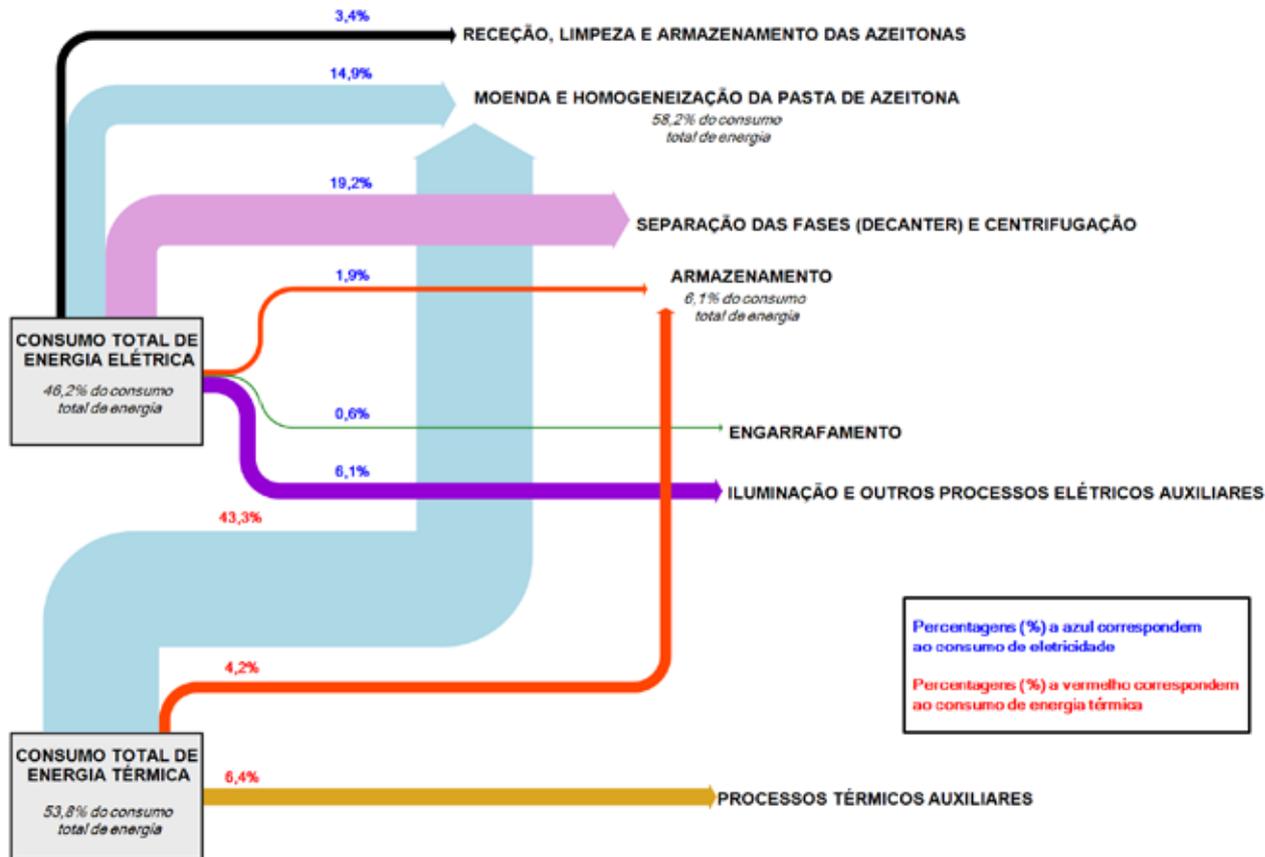


Figura 13. Balanço da energia elétrica e térmica para um lagar típico com uma produção de azeite de 1.600 toneladas/ano.

### *3.4. Particularidades do sub-sector*

Este sector caracteriza-se por uma produção sazonal, concentrada principalmente entre Novembro e Março, e isto tem grande influência no consumo de energia, seja elétrica ou térmica. De acordo com o estudo feito pelas Cooperativas Agro-alimentarias (2010), os valores máximos de consumo energético total dão-se entre Dezembro e Março, correspondendo a toda a fase de processamento. Durante o resto do ano a energia consumida é apenas para o engarrafamento e o funcionamento dos escritórios. Outro aspeto importante é a utilização do caroço de azeitona, que é um sub-produto desta indústria. Um número cada vez maior de lagares usa os seus próprios resíduos de caroço de azeitona como biomassa para as suas caldeiras. O excedente de resíduo, ou nalguns casos, todo o residuo produzido, é vendido a outras empresas, tornando-se outra contribuição para os proveitos do lagar. O preço deste sub-produto é função da sua qualidade, disponibilidade do mercado e do preço de outros produtos utilizados para o mesmo fim, mas pode-se referir um valor médio entre os 75 e 100 €/ton.

## **4. MEDIDAS DE POUPANÇA DE ENERGIA**

Nos últimos anos, a eficiência energética e as medidas de poupança energética têm sido objetivos comuns dos políticos e técnicos europeus. Aumentar a eficiência energética contribuirá para a redução de emissões de gases de estufa e dos custos de produção.

Nas páginas seguintes apresentam-se algumas medidas para a poupança energética nos lagares, baseadas nas TESLA Best Practices Collection (Ortego e Gutierrez, 2013) e nos resultados de estudos das Cooperativas Agro-alimentarias (2010).

### *4.1. Utilização de biomassa nas caldeiras dos lagares*

Na produção de azeite, após a moenda é necessário separar todos os componentes da azeitona. Nesta etapa a pasta de azeitona deve ser mantida a uma temperatura de 28°C, o que se consegue com a utilização de água quente proveniente de uma caldeira. Devido à grande quantidade de resíduos produzidos nos lagares, é possível utilizar os resíduos do caroço da azeitona como combustível para as caldeiras de biomassa, para produzir calor.

No caso de lagares com caldeiras que utilizam combustível fóssil (como gás natural ou gasóleo) uma boa prática será trocar essas caldeiras por outras que usem resíduos de azeitona. As caldeiras de biomassa também podem utilizar resíduos industriais semelhantes ao caroço de azeitona. Têm ainda a vantagem de permitir aos lagares a utilização dos seus próprios desperdícios, poupando energia e diminuindo as emissões de CO<sub>2</sub>.

No caso da troca de uma caldeira a gasóleo por outra nova que use biomassa como combustível, os custos de energia podem-se reduzir de 46 €/MWh para 13 €/MWh (considerando os custos de energia térmica devido à secagem e separação do caroço de azeitona, e outras necessidades de energia térmica). Nas cooperativas de azeite em que esta mudança foi feita, o período de retorno foi de 3 anos.

Além disso, ao estabelecer-se um sistema de controlo no consumo de biomassa, pode-se otimizar o processo e o caroço de azeitona não utilizado pode ser vendido obtendo-se um ganho extra. Apesar desta medida não se traduzir necessariamente numa poupança económica (a biomassa não tem custo nos lagares que usam os seus próprios resíduos) ela pode representar uma fonte extra de rendimento.

#### 4.2. Instalação de moinhos com Listelos em vez de telas

Depois da receção as azeitonas têm de ser moidas. O processo de moenda tem uma grande necessidade de energia devido à elevada potência dos motores elétricos. O tipo de moenda afeta a necessidade de energia em função do tipo de tela utilizada. Esta é uma fase importante porque tem efeitos também sobre a qualidade do azeite. Uma boa prática pode ser a troca dos moinhos tradicionais por outros novos que usem listelos. Devido às suas características, este sistema permite reduzir o tamanho das partículas com menor consumo de energia.

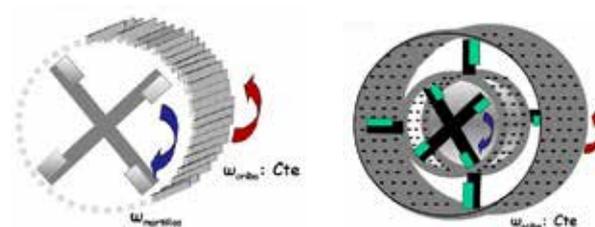
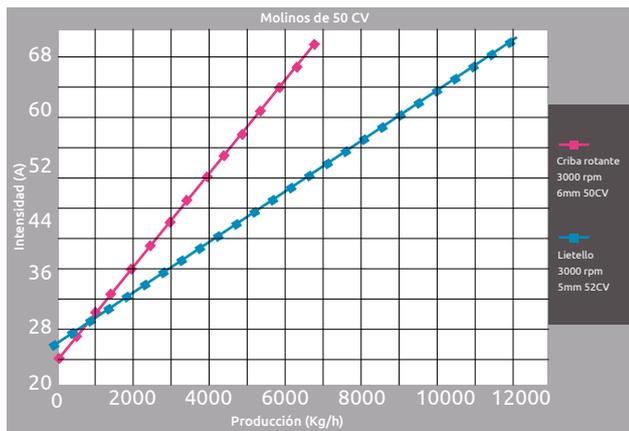


Figura 14. Esquema de moagem com listelos e com telas

Os moinhos de listelos rotativos têm um martelo rotativo, com uma rotação de 1.500 e 3.000 r.p.m. Inclui apenas um crivo que roda na direção oposta à do martelo, e com orifícios de diferentes tamanhos, em função do tamanho pretendido.

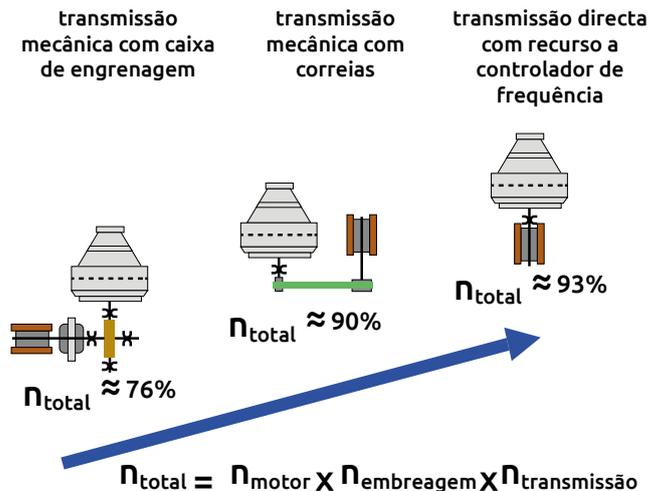
De acordo com a informação comercial disponível, para o mesmo consumo de energia é possível aumentar a produção de azeite até 35%. No entanto, este aumento depende do tamanho da malha e da quantidade de produção. A figura seguinte mostra que com o mesmo consumo de energia pode obter-se maior produção com moinho de listelos do que com telas.



**Figura 15.** Potência versus Produção em moinhos de tela (30 HP) e de listelos (50 HP) (Pierallisi).

### 4.3. Melhoria no processo de separação das fases

Esta etapa é uma das mais consumidoras de energia na elaboração do azeite. O objetivo principal é a separação do azeite do resto dos componentes da azeitona (líquidos e sólidos). De modo a reduzir o consumo de energia desta etapa uma boa solução pode ser a instalação de separadores integrados de transmissão direta, que conseguem fazer facilmente a separação da pasta homogénea em função da densidade de cada um dos seus componentes.



**Figura 16.** Aumento da eficiência energética com diferentes sistemas de transmissão (GEA Westfalia)

A tecnologia do processo de separação é a mesma, mas a potência de transmissão é mais eficiente. No separador de transmissão directa o cilindro é movido directamente por um motor de três fases, com recurso a um controlador de frequência integrado, o que resulta numa melhoria de eficiência. Não são utilizadas correias nem embraiagem na transmissão.

Apesar de cada caso dever ser cuidadosamente, de modo geral podem-se alcançar poupanças até 15%.

#### *4.4. Processo de decantação em tanques em vez de centrifugação vertical*

Hoje em dia, começa a implementar-se uma nova tecnologia com a substituição das centrifugadoras verticais por tanques de decantação. Esta tecnologia permite importantes poupanças de energia e água. Este sistema de decantação é estático e são possíveis 100% de poupanças energéticas em relação à centrifugação vertical, assim como uma redução no consumo de água e uma diminuição dos efluentes líquidos do lagar. A principal desvantagem é o espaço necessário para instalar os tanques de decantação. Estudos realizados pelas Cooperativas

Agroalimentarias (2010) mostram um tempo de retorno deste investimento entre 2 e 4,5 anos.

#### *4.5. Limpeza do azeite por decantação mecânica: Oleosim*

Este sistema é idêntico ao anterior, mas exige menos espaço (deste modo, pode processar maiores volumes de azeite) consumindo praticamente a mesma energia (cerca de 96% menos do que a energia consumida pelas centrifugadoras verticais, de acordo com dados do fabricante). O sistema Oleosim separa, clarifica e purifica o azeite sem a descarga de efluentes. O equipamento consiste em três módulos:

- Equipamento de dilatação: lava o azeite e dilata as partículas orgânicas por meios mecânicos ativados por um motor a baixa rotação. Usa uma quantidade pequena de água para dilatar as partículas orgânicas.
- O estabilizador estabiliza o azeite, liberta o ar produzido na etapa anterior e impede a passagem de ar para o purificador.
- O equipamento de purificação separa o azeite da água, eliminando a água adicionada neste processo, assim

como as partículas orgânicas tratadas nas etapas anteriores. Também retém os solutos da separação água-azeite obtida no estabilizador.

Este sistema Oleosim está equipado com um sistema de controlo automático que emite descargas de modo a provocar a precipitação de impurezas para o fundo enquanto o azeite limpo à superfície é retirado e armazenado. Estudos das Cooperativas Agroalimentarias (2010) mostram que o tempo de retorno deste sistema é de 3 a 5 anos.

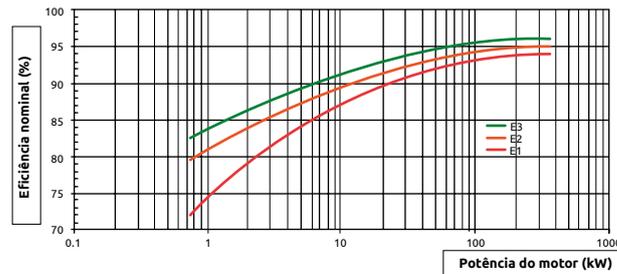
#### 4.6. Motores eficientes

O consumo de um motor elétrico depende de vários fatores. Para aproveitar ao máximo o potencial do motor, deve-se otimizar o conjunto global do qual faz parte, e depois tratar de otimizar o funcionamento do próprio motor. Podem-se considerar os seguintes aspetos de modo a melhorar a eficiência dos motores.

**MOTORES DE ALTA EFICIÊNCIA.** A eficiência energética dos motores está classificada na norma IEC 60034-30:2007. De acordo com esta classificação, existem quatro níveis de motores:

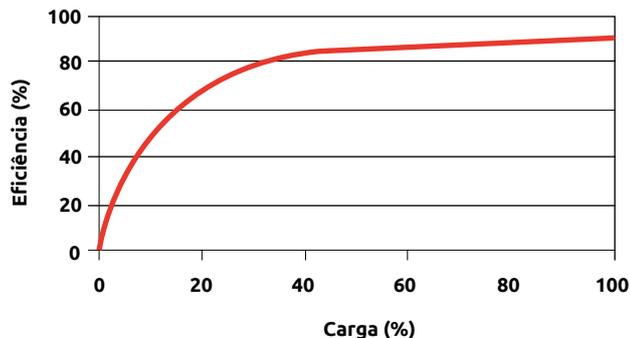
- *IE1: eficiência standard*
- *IE2: alta eficiência*
- *IE3: eficiência premium*
- *IE4: eficiência super premium*
- *IE5: eficiência ultra premium (recentemente disponíveis no mercado)*

A Diretiva Europeia EuP (Energy using Product), que inclui os motores definidos pela norma IEC 60034-30, obriga à utilização de motores mais eficientes: IE2 desde o dia 16 de Junho de 2011; IE3 a partir do dia 1 de Janeiro de 2015 para motores desde 7,5 até 375 kW; e IE3 a partir do dia 1 de Janeiro de 2017 para motores desde 0,75 até 375 kW.



**Figura 17.** Comparação das curvas de eficiência energética dos diferentes níveis de motores (CIRCE, 2013).

**DIMENSIONAMENTO ADEQUADO DA POTÊNCIA DO MOTOR.** A eficiência máxima do motor atinge-se com níveis de carga entre os 60% e os 100% da carga nominal. A eficiência do motor de indução tem um máximo à volta dos 75% da carga nominal. Abaixo dos 40% da carga nominal, o motor não trabalha nas condições adequadas e a eficiência baixa drasticamente. No entanto, determinados motores (geralmente de grande potência) podem trabalhar abaixo dos 30% da carga nominal com uma eficiência razoável. A relação entre a eficiência do motor e a situação de carga é apresentada na Figura 18.



**Figura 18.** Eficiência de um motor elétrico de acordo com a carga (BREF, 2009).

**CONTROLO DOS MOTORES.** O objetivo é reduzir ao mínimo as situações de funcionamento em vazio (motores a funcionar sem produto), com a utilização, por exemplo, de sensores de presença, temporizadores ou outros automatismos. O resultado é a paragem do motor quando o seu funcionamento não é necessário; a interrupção do funcionamento é feita pelo contactor da corrente elétrica do motor.

Outra possibilidade é a regulação da velocidade de rotação do motor com um variador de velocidade, processo que normalmente produz um significativo aumento da eficiência energética. Com uma carga variável, o variador pode reduzir os consumos de energia elétrica, nomeadamente nas bombas centrífugas, compressores e ventoinhas.

Os equipamentos de transmissão incluindo todo o tipo de engrenagens ou poleias devem ser corretamente dimensionados e ter uma manutenção adequada, uma vez que a transmissão da potência desde o motor à máquina acoplada pode ser uma fonte de perdas de energia. Estas perdas podem variar de 0 a 45%. A ligação direta, quando tecnicamente possível, é, em princípio, a melhor opção.

#### 4.7. Sistemas de ar comprimido

Muitos lugares têm sistemas de ar comprimido utilizados em diferentes processos: prensas, equipamentos de frio, transporte de produtos, etc. A produção do ar comprimido é feita por compressores de diferentes equipamentos comerciais. A eficiência destes equipamentos também pode ser melhorada com base nas seguintes medidas.

**DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO.** Muitos sistemas de ar comprimido não foram corretamente dimensionados. A instalação de compressores e equipamentos adicionais sobre a instalação inicial, em várias etapas, tem frequentemente como resultado um funcionamento inadequado. Um parâmetro fundamental do sistema é a pressão, que deve ser capaz de satisfazer 95% das necessidades do sistema, utilizando um pequeno dispositivo de aumento da pressão para as outras situações. Outro aspecto fundamental é o dimensionamento das tubagens e a posição dos compressores. Um sistema bem dimensionado deve ter perdas de pressão inferiores a 10% da pressão de funcionamento do compressor.

**VARIADORES DE VELOCIDADE E VOLUMES DE ARMAZENAMENTO.** Sempre que as necessidades de ar comprimido variem (seja ao longo do dia ou entre dias diferentes) a instalação de variadores de frequência e volumes de armazenamento ajudarão a reduzir o consumo de energia do sistema. A poupança pode chegar aos 30%. A poupança média de um compressor com um variador de velocidade é de 15%. Por outro lado, o volume de armazenamento reduz as variações de pressão, e permite cobrir picos de necessidade. Os variadores de velocidade, acoplados a compressores, proporcionam uma pressão mais estável, um fator de potência mais alto (reduz-se a potência reativa) e um arranque mais suave, que aumenta a vida útil do compressor.

**REDUÇÃO DAS FUGAS DE AR COMPRIMIDO.** A redução das fugas de ar comprimido é frequentemente um dos aspetos com maiores possibilidades de melhoria. As fugas são proporcionais à pressão do sistema; e existem durante 24 horas do dia, não apenas quando o sistema está a funcionar. A percentagem de capacidade de compressão que se pode perder pode ser inferior a 10% num sistema com boa manutenção, e superior a 25% num sistema com má manutenção, especialmente se sofreu modificações depois de instalado. Assim, os programas de manutenção preventiva nestes sistemas devem

incluir medidas de prevenção das fugas e verificações periódicas contra a ocorrência das mesmas. Uma medida adicional consiste na redução, dentro do possível, da pressão existente no sistema; para menor pressão, menores perdas em fugas.

**ALIMENTAÇÃO DO COMPRESSOR COM AR FRIO EXTERIOR.** Por razões termodinâmicas, a compressão de ar quente requer mais energia que a compressão de ar frio. Por isso, é conveniente alimentar o compressor com ar frio exterior, colocando uma conduta entre o exterior e a entrada de ar do compressor. Convém que a entrada de ar exterior esteja no lado norte, ou pelo menos à sombra na maior parte do tempo

**OTIMIZAÇÃO DO NÍVEL DE PRESSÃO.** Quanto menor for a pressão da instalação, menores custos terá o sistema. De qualquer modo, é necessário assegurar que todos os aparelhos que trabalham com ar comprimido têm abastecimento suficiente. Uma forma de ajustar a pressão com custo reduzido é pela utilização de pressostatos mecânicos. Também se pode regular a pressão com um compressor com regulação da velocidade de rotação, adaptando essa velocidade à necessidade de ar comprimido de cada instante.

#### 4.8. Variadores de velocidade

Os variadores de velocidade podem utilizar-se em muitos processos de carga variável: bombas centrífugas, ventiladores, moinhos, tapetes transportadores, compressores, etc. Com o variador o consumo de energia do motor elétrico, para uma carga variável, é menor, uma vez que a sua rotação se pode adaptar às necessidades de cada instante.



**Figura 19.** Variador de velocidade

Os variadores de velocidade ou variadores de frequência regulam a velocidade de rotação do motor, convertendo a voltagem

e a frequência fixas da rede em valores variáveis. A velocidade de rotação do motor é proporcional à frequência da corrente. O resultado é que se pode regular o funcionamento do motor em função de variáveis externas: temperatura, caudal ou nível de carga. A poupança de energia conseguida depende de vários fatores, entre eles o número de horas de funcionamento anual; em percentagem pode chegar a 50%.

#### *4.9. Isolamento*

Em vários sectores do projeto TESLA, é necessário transportar calor ou frio; isto acontece, por exemplo, na fermentação com refrigeração nas adegas, nas quais é transportado, por tubagens, um fluido a baixa temperatura desde as máquinas de frio aos tanques de fermentação; ou em caldeiras, desde as quais é enviada água quente ou vapor para os locais onde é necessária. Nestes casos, a manutenção dos materiais isolantes é muito importante para evitar perdas térmicas ou condensações. Devem ser seguidas diversas recomendações: evitar a corrosão, proteger contra a radiação UV, manter seco o material (prestando atenção a possíveis fugas de líquido que possam afetar o material isolante). O material deve ser flexível e fácil de instalar, com muito baixa

condutibilidade térmica (até  $0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ). Geralmente os materiais isolantes são eficazes a temperaturas entre  $-50^\circ\text{C}$  e  $110^\circ\text{C}$ .

**ISOLAMENTO DE TUBAGENS.** A poupança potencial dependerá de: comprimento e diâmetro da tubagem (ou superfície a isolar), temperatura interior e exterior, e da condutibilidade e espessura do material isolante. Um exemplo: duas tubagens que transportam um fluido quente, num caso com e noutro sem material isolante. Em ambos os casos, a temperatura do fluido é de  $60^\circ\text{C}$ , a temperatura do ar é de  $15^\circ\text{C}$ , o comprimento da tubagem é de 350 m, o seu diâmetro de 150 mm, e o material isolante é poliuretano de 31 mm de espessura e condutibilidade térmica de  $0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ . A comparação entre as duas situações mostra que as perdas de energia reduzem-se com o isolamento em 85%; a poupança de energia pode ser muito significativa simplesmente utilizando um material isolante térmico.

**ISOLAMENTO DE VÁLVULAS.** Relativamente ao que se disse anteriormente, as fixações, válvulas e singularidades das condutas serão locais onde o isolamento térmico pode ser deficiente. Existem elementos isolantes específicos para estes pontos. Considerando uma temperatura de uma válvula de 150°C, temperatura da sala de 20°C, e uma dimensão da válvula de 150mm, pode-se calcular a poupança de energia potencial instalando um isolamento móvel sobre a válvula que pode ser de 970W (BREF, 2009). Além disso, como regra geral, qualquer superfície que atinja temperaturas superiores a 50°C e apresente risco de contacto com pessoas, deveria ser isolada como medida de segurança.



**Figura 20.** Isolamento de tubagens em boas condições.

#### *4.10. Aquecimento de água ou ar*

Nos lagares é geralmente necessária água quente em vários processos: instalações sanitárias, lavagens, aquecimento ou produção de vapor. Existem várias opções para o aquecimento da água, sem aumento do consumo de energia, algumas das quais são apresentadas a seguir.

#### **RECUPERAÇÃO DE CALOR EM COMPRESSORES DE AR.**

A maioria da energia elétrica consumida por um compressor de ar é convertida em calor, e dissipa-se no exterior do lagar. Nalguns casos, a instalação de uma unidade recuperadora de calor pode recuperar uma percentagem elevada deste calor disponível, aplicando-o no aquecimento de ar ou água. Há dois tipos de sistemas de recuperação disponíveis:

- **Aquecimento de ar:** o calor recuperado pode utilizar-se no aquecimento do ambiente ou noutros processos. O sistema consiste em fazer passar ar à temperatura ambiente através do compressor, aquecendo-o. As únicas modificações que são necessárias são a instalação de tubagens e, nalguns casos, a instalação de ventiladores. O sistema pode-se regular com um termostato.

- **Aquecimento de água:** nalguns modelos de compressores, é possível acoplar um permutador de calor para extrair o calor libertado no processo de compressão. A água quente produzida pode utilizar-se em vários processos do lagar. O sistema produz, em função do modelo, água potável ou não potável. Se não é necessária água quente, o sistema liberta o calor no dissipador convencional do compressor.

Muitos compressores comerciais permitem acoplar os recuperadores de calor descritos. Um sistema bem dimensionado pode recuperar aproximadamente 50 - 90 % do calor disponível.

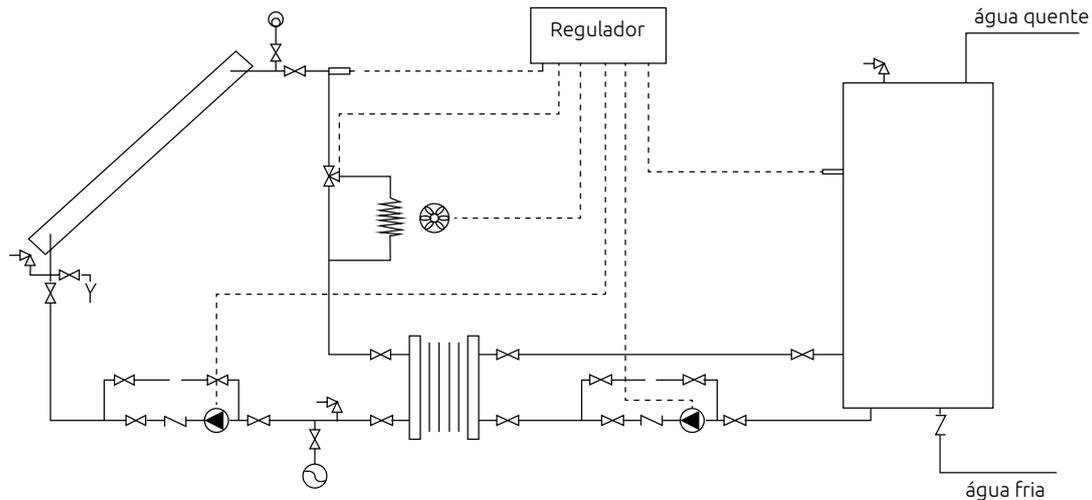
**RECUPERAÇÃO DE CALOR COM ECONOMIZADORES OU CONDENSAÇÃO.** Nas caldeiras é possível instalar economizadores para recuperar o calor dos gases de escape. Este tipo de instalações reduz o consumo de energia global da caldeira. O economizador é um permutador de calor instalado na chaminé de saída dos gases; o calor recuperado é transferido para a água da caldeira ou para

outros processos. Este tipo de instalação permite uma poupança de energia à volta de 5% (existe um limite na recuperação de modo a evitar condensação e corrosão na chaminé).

Outra alternativa eficiente são as caldeiras de condensação. O sistema recupera o calor contido no vapor de água dos gases de escape através da condensação do vapor. A poupança de energia pode atingir os 15%.

**ENERGIA SOLAR TÉRMICA PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA.** Uma opção é a utilização de painéis solares de alta eficiência equipados com vidros de alta transparência (superior a 92%) e absorvedores em cobre com tratamento seletivo (TINOX) que apresentam valores de rendimento máximo de 75% e um coeficiente de transmissão de calor de 2,9 W/

m<sup>2</sup>C. A poupança energética que se pode conseguir depende da radiação solar da zona. Valores habituais de poupança são da ordem dos 50 - 70% em função do clima e da necessidade de energia. A poupança de energia traduz-se num menor consumo de combustível nas caldeiras, e menor emissão de CO<sub>2</sub>.



**Figura 21.** Esquema com energia solar térmica IMS (CPC solar).

#### 4.11. Iluminação

Nos diferentes sectores do projeto TESLA são necessárias potentes instalações de iluminação. Atualmente instalam-se vários tipos de lâmpadas, fundamentalmente de descarga em gás (fluorescentes, vapor de sódio, vapor de mercúrio, halogénio). Algumas destas lâmpadas são pouco eficientes (vapor de mercúrio) e podem ser substituídas com vantagens por lâmpadas LED. A tecnologia LED

tem uma maior vida útil (mais de 50.000 horas), menos manutenção, rendimento de cor de 80%, temperatura de cor de 4.000 K, e uma poupança de energia até 75%. O fluxo luminoso ronda os 10.000 lúmen (para 110 W) e 20.000 lúmen (para 210 W). De um modo geral, a substituição da lâmpada é simples. A tabela seguinte apresenta a poupança de energia que se pode atingir substituindo lâmpadas de descarga em gás por LEDs.

**TABELA 7. POUPANÇA DE ENERGIA COM LEDS.**

<b>SITUAÇÃO DE PARTIDA</b>	<b>ALTERNATIVA COM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>	<b>REDUÇÃO DA POTÊNCIA</b>
<b>Tubo fluorescente 2x18W (total instalado 42 W incluindo o balastro)</b>	LED18S (19W)	54%
<b>Tubo fluorescente 2x58W (total instalado 136 W incluindo o balastro)</b>	LED60S (57W)	58%
<b>Lâmpada de vapor de mercúrio 250 W (total instalado 268 W incluindo equipamentos auxiliares)</b>	BY120P (110 W)	58%
<b>Lâmpada de vapor de mercúrio 400 W (total instalado 428 W incluindo equipamentos auxiliares)</b>	BY121P (210 W)	51%

Fonte: Philips.

#### 4.12. Baterias de condensadores para redução da potência reativa

Costumam instalar-se junto ao centro de transformação ou ao quadro elétrico principal, num equipamento centralizado que compensa globalmente a potência reativa de toda a instalação.

Neste caso, trata-se de uma poupança económica mais do que



**Figura 22.** Baterias de condensadores

uma poupança energética na adega; a compensação da energia reativa é benéfica para a poupança de energia na rede elétrica, não na instalação propriamente dita.

#### 4.13. Centros de transformação de alta eficiência

Um transformador de potência converte a eletricidade que vem da rede em potência. Muitos dos transformadores antigos ainda utilizam petróleo e não são muito eficientes, apresentando um consumo de energia elevado. Pelo contrário, os transformadores em seco reduzem as perdas de energia até 70%, são seguros, não precisam de manutenção e apresentam uma boa capacidade para suportar sobrecargas e resistir a curto-circuitos.

#### 4.14. Otimização da gestão

Os lagares atuais são instalações relativamente complexas, pelo que a otimização energética dos diferentes processos é complicada se não se tiver informação suficiente. A monitorização e o armazenamento de informação relativa ao consumo de energia (e outros aspetos) permite a análise e otimização de cada situação. Atualmente existem sistemas

associados a programas de computador de gestão energética, que incluem sensores, uma rede interior de comunicações e software que permite controlar, armazenar e analisar o consumo de energia. Estas ferramentas podem-se utilizar para implementar um sistema de qualidade de gestão energética de acordo com as normas EN 16.001/ISSO 50.001.



**Figura 23.** Painel de controlo.

## **5. CONCLUSÕES**

Nos últimos anos, um dos objetivos da União Europeia têm sido a procura e implementação de medidas para poupança de energia e aumento da eficiência energética no geral, mas também no caso das agroindústrias. Melhorar a eficiência energética contribuirá para a redução da emissão de gases de efeito de estufa e dos custos de produção. São vários os fatores que influenciam o consumo de energia, e, como se mostra neste documento, existem diferenças importantes no consumo de energia nas diferentes etapas do processo de produção de azeite.

Como conclusão, pode-se referir que, nos lagares é necessário otimizar o consumo de energia, melhorando a eficiência energética dos sistemas. Com base no estudo do consumo de energia nas várias etapas de produção e com o conhecimento do balanço de energia, é possível identificar pontos críticos e as tecnologias adequadas para melhorar a eficiência energética.

Nos lagares é possível melhorar a eficiência energética com algumas intervenções nos equipamentos, na iluminação, na automação, e com a utilização do caroço de azeitona como combustível para as caldeiras de biomassa. A utilização de

materiais de isolamento nas tubagens que transportam água quente, minimizando as perdas de calor e o consumo de energia, pode ser outra solução. Outro aspeto importante é o correto dimensionamento dos equipamentos, em função do volume de produto a processar, o que permite melhorar o funcionamento do sistema de produção e poupar energia. Finalmente, uma manutenção correta e frequente dos equipamentos é também muito importante para poupar energia.



## 6. REFERÊNCIAS

- Agencia para el Aceite de Oliva
- Anuario de Estadística. 2011. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 1189 pp
- AFIDOL. 2012. *Le marché de l'huile d'olive: situation & perspectives* 11/04/2012.
- Cooperativas agro-alimentarias. 2010. *Almazaras: manual de ahorro y eficiencia energética del sector (Olive oil mills: handbook of efficiency and energy saving in the sector). EU project CO2OP, 2010*
- Di Giovacchino, L., N. Constantini, M. L. Ferrante, e A. Serraiocco. 2002. "Influence of malaxation time of olive paste on oil extraction yields and chemical and organoleptic characteristics of virgin olive oil obtained by a centrifugal decanter at water saving." *Grasas y Aceites*, p: 179-186.
- GPP. 2013. *Programa de desenvolvimento rural do continente 2014-2020. Diagnóstico – Análise preliminar*. 147 pp.
- INE. 2012. *Estadísticas Agrícolas 2011*. Instituto Nacional de Estadística, I.P.. 171 pp.
- INEA. 2012. *Anuario dell'Agricoltura Italiana. Volume LXXV*. Istituto Nazionale di Economia Agraria, Roma. 553 pp.
- Ortego A. and Gutiérrez J.I. 2013. IEE/12/758/SI2.644752. D 5.3: *Audit and Training Proposals Report*
- *Best practices collection. TESLA project, Intelligent Energy in Europe Program*. 47 pp.
- Petrakis, C. "Olive Oil Extraction." *Chemist Press, 2006*: 191-224
- Portugal Foods. 2012. *Portugal excepcional estratégia de internacionalização do sector agro-alimentar 2012-2017*. 314 pp. Websites:
- AICA – Agencia de información y Control Alimentarios. [http://aplicaciones.magrama.es/pwAgenciaAO/OliverEspanol.aao?opcion\\_seleccionada=2000&idioma=ESP&numPagina=2101](http://aplicaciones.magrama.es/pwAgenciaAO/OliverEspanol.aao?opcion_seleccionada=2000&idioma=ESP&numPagina=2101)
- ASOLIVA, Spanish Olive Oil Exporters Association, <http://www.asoliva.com> - Eurostat - <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
- Eurostat - [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/international\\_trade/data/database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/international_trade/data/database)
- INE – Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.pt>
- IOC – International Olive Council - <http://www.internationaloliveoil.org/>
- AFIDOL – Association Française Interprofessionnelle de l'Olive - <http://www.afidol.org/>
- [www.frantoionline.it](http://www.frantoionline.it)

**tesla**

Transferring  
Energy Save  
Laid on Agroindustry



[www.teslaproject.org](http://www.teslaproject.org)  
[tesla@agro-alimentarias.coop](mailto:tesla@agro-alimentarias.coop)



Cofinanciado pelo programa Intelligent  
Energy Europe da União Europeia