



tesla

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry

MANUAL de

*Eficiência energética em Industrias
de Rações para Animais*

IEE/12/758/SI2.644752

Coordenação do Manual: *TECALIMAN
(Centre Technique des Aliments pour Animaux)*



Co-financiado pelo programa Intelligent Energy
Europe da União Europeia

Versão actualizada

Junho 2014

Autores:

Loïc Perrin, François Lucas and Fabrice Putier.

TECALIMAN (Centro Técnico para a Alimentação Animal)

Co-autores:

O presente documento foi elaborado em colaboração com CIRCE, UÉvora, ENEA e UPM (especialmente o ponto 4 sobre Medidas de Economia de Energia), e inclui informações fornecidas por Cooperativas Agro-alimentarias, CoopdeFrance, CONFAGRI e Legacoop Agro.

Sobre este relatório:

Este relatório foi desenvolvido no âmbito do projeto TESLA (Intelligent Energy Europe), e foi financiado pela União Europeia.

Copyright:

Este manual pode ser copiado e distribuído, desde que seja incluída a referência 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 exclusivamente 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. INDICE

1. Introdução

1.1 Análise do subsetor de alimentos para animais	6
1.2. Análise socioeconômica	8

2. Descrição do processo produtivo

2.1. Moagem	12
2.2. Peletização	14
2.3. Processos auxiliares	15
2.3.1 . Sistema de ar comprimido	15
2.3.2. Caldeira	16
2.3.3. Motores elétricos	17
2.3.4. Iluminação	17

3. Análise energética do setor

3.1. Consumo elétrico	18
3.2. Consumo de energia térmica	21
3.3. Balanço energético	23
3.4. Custos energéticos	25
3.5. Particularidades do Subsetor	25

4. Medidas de poupança de energia

4.1. Sistema a vapor	26
4.2. Ventilação	28
4.3. Motores eficientes	28
4.4. Sistema de ar comprimido (SAC)	30
4.5. Variadores de velocidade	32
4.6. Isolamento	32
4.7. Recuperação de calor	33
4.8. Iluminação	35
4.9. Baterias de condensadores para redução da potência reativa	36
4.10. Centros de Transformação de alta eficiência	36
4.11. Ferramentas de gestão	36

5. Conclusões

6. Referências

1. INTRODUÇÃO

O objetivo da produção de alimentos para animais é misturar, de forma homogênea várias matérias primas e outros componentes de modo a obter um alimento equilibrado e que possibilite a produção dos animais com a melhor taxa de conversão possível. A sua complexidade está relacionada com as características das diferentes matérias primas e dos outros componentes, com a tecnologia utilizada e com vários aspetos físicos.

A maioria das matérias primas requer moagem e esta necessidade determina a estrutura da fábrica e o posicionamento desta operação em todo o processo. Existem fundamentalmente dois tipos de diagramas de fluxo:

- Diagrama do fluxo de pré-moagem (fig.1): neste caso, as matérias primas são separadas e armazenadas antes do doseamento (pesagem). A pré-moagem tem a reputação de proporcionar um bom desempenho do moinho, mas exige, para a mesma matéria prima, vários silos de armazenamento para as diferentes moagens.
- Diagrama de fluxo de pré-doseamento: neste caso, toda a matéria prima é pesada e grosseiramente misturada antes de ser misturada fórmula por fórmula. A pré-dosagem permite simplificar o processo, exigindo menor número de silos e um bom ajuste na moagem e na formulação. A desvantagem será a divisão da moagem lote por lote, maior consumo de energia e a necessidade de um sistema mais sofisticado para a automação do processo.

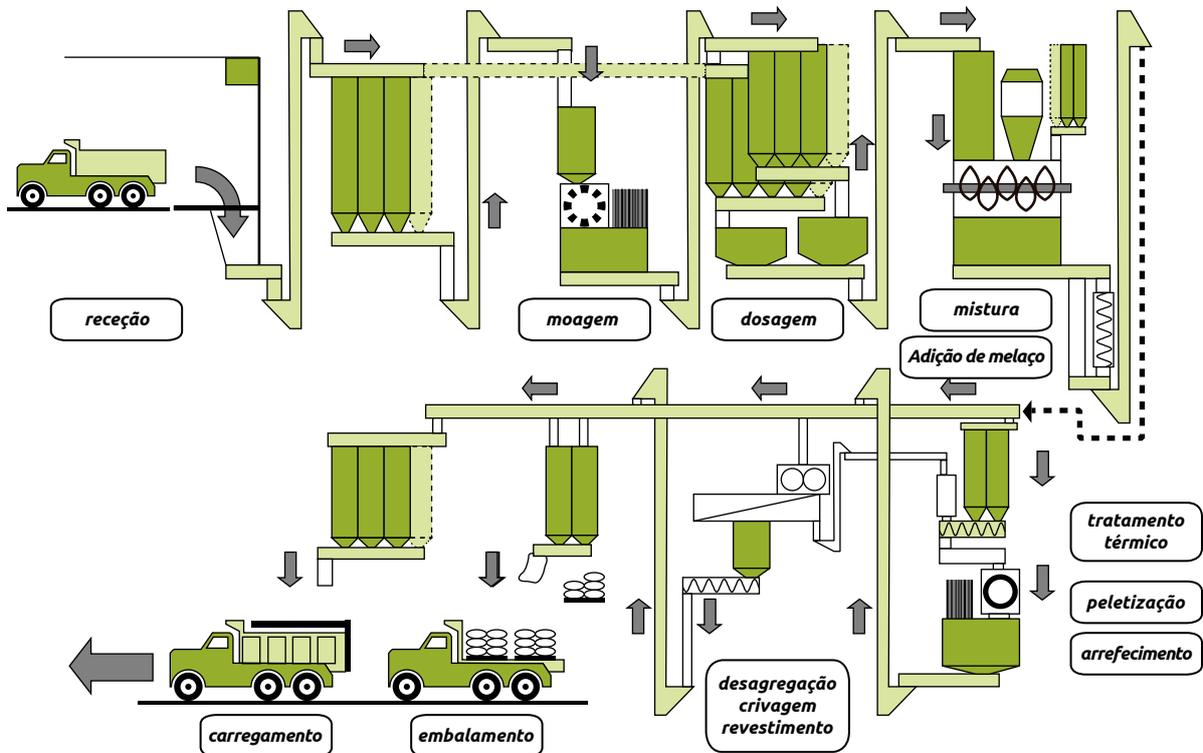


Figura 1. Diagrama de Pré-moagem (TECALIMAN).

Nos alimentos para animais, existem diferentes tipos de apresentação:

- *quer no estado: por exemplo, a alimentação chamada "Refeição"*
- *quer na forma: grânulos compactados ou desagregados, tratamento térmico por injeção de vapor e compressão em anéis porosos.*

Os alimentos para animais podem ser comercializados em sacos ou a granel.

Na Europa, normalmente, uma fábrica de rações tem as matérias-primas armazenadas por um curto período de tempo (em média, 3 dias após a dosagem). A gestão da produção é feita num sistema de produção na hora. As encomendas dos criadores desencadeiam as ordens de produção com um tempo de entrega muito curto (2-3 dias no máximo).

A compra das matérias-primas, cujos preços são voláteis e muitas vezes especulativos, dependerá da formulação das rações, assim como, do consumo previsto. A rastreabilidade dos fornecimentos é facilitada pela ajuda de software.

A gestão da qualidade dos alimentos desempenha um papel importante na indústria dos alimentos compostos. Deve

satisfazer os requisitos de certificação específicos com base em boas práticas de fabrico. Por exemplo, em França, autorizações específicas são dadas pelo governo às fábricas de rações de acordo com o seu tipo de produção (uso de aditivos, adição de medicamentos no fabrico da ração, rações com garantia de ausência de salmonelas, etc.)

1.1 Análise do subsetor de alimentos para animais

Na Europa, nos últimos 25 anos, a produção de alimentos compostos para animais passou por três fases principais. A primeira, foi um aumento muito significativo no volume de produção, entre 1988 e 1993, seguida de um aumento muito menor entre 1993 e 2008 e finalmente uma ligeira diminuição nos volumes produzidos desde 2008. Em 2011, a produção de alimentos compostos para animais na Europa foi de 150 Mtons (27 países) ou 130 Mtons (15 países). No projeto TESLA, concentramo-nos apenas em quatro países: França, Itália, Espanha e Portugal. Em 2011, a produção de alimentos compostos para animais, em França, foi de aproximadamente 21,3 Mtons. Em Espanha, foi cerca de 20,1 Mtons. Itália produziu 14,5 Mtons e Portugal 3,3 Mtons (Dados FEFAC). A evolução da produção de alimentos compostos por categoria em França, Itália, Espanha e Portugal é apresentada na Figura 2.

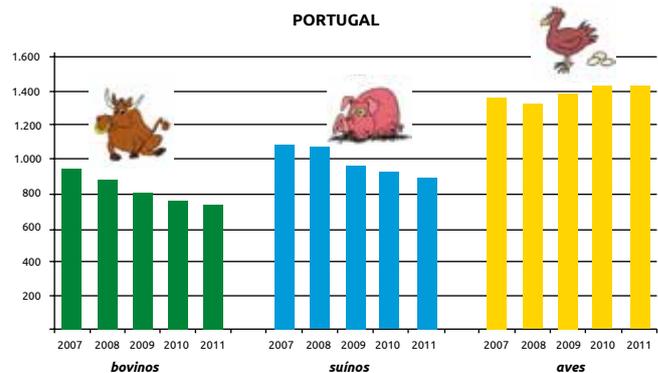
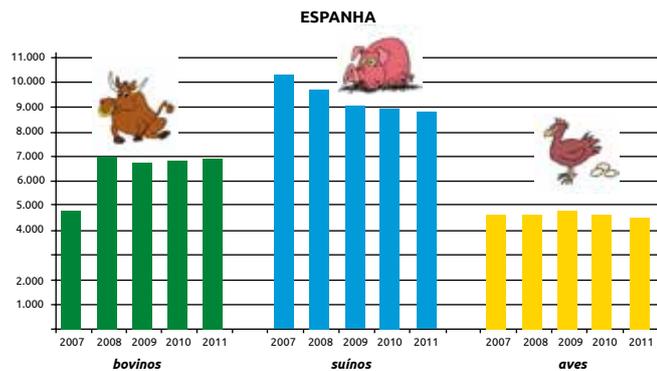
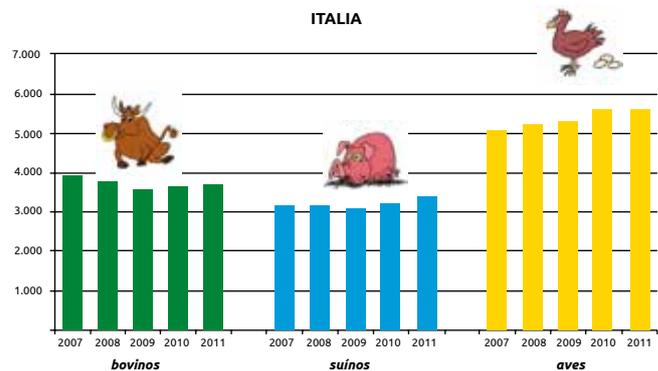
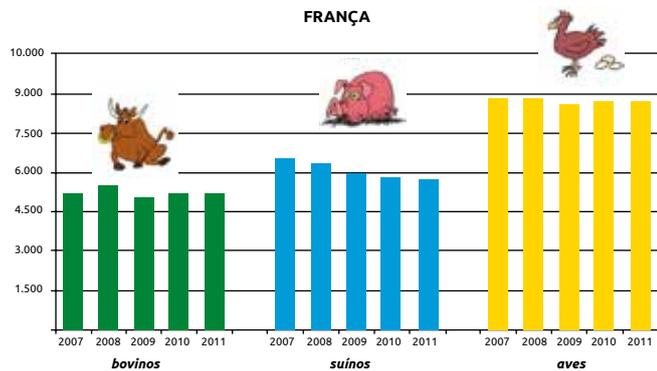


Figura 2. Evolução da produção de alimentos compostos para alimentação animal, por categoria (dados da FEFAC).

1.2. Análise socioeconómica

Na Europa, a evolução socioeconómica do setor tem sido de acordo com o número de países que incorporam a UE. A Figura 3 mostra a evolução do número (em azul) e tamanho médio das fábricas de ração (em vermelho) na UE.

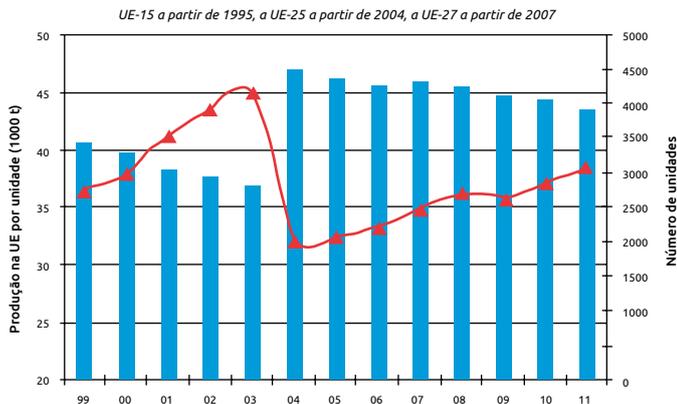


Figura 3. Número e tamanho médio das unidades de produção de alimentos para animais na UE (dados da FEFAC).

Em 2004, a diminuição do tamanho médio das unidades de produção de alimentos é explicada pelo aumento do número de fábricas de rações devido à expansão da UE (EU-15 e UE-27). No caso de:

FRANÇA em 2008, existiam 301 fábricas de rações com um nível médio de produção anual de 75,3 kt mas em 2010, este número desceu para 292 e o nível médio de produção anual foi de 80 kt (SNIA-CoopdeFrance de 2011).

ITÁLIA 600 empresas distribuídas no território italiano com um nível médio de produção anual de 23,8 kt. (ISTAT-Assalzo de 2011).

ESPANHA o número de fábricas de rações era cerca de 854 em 2011 com um nível médio de produção anual de 23,5 kt (FEFAC, 2011).

PORTUGAL Atualmente o número de fábricas de rações em Portugal é de 124 com um nível médio de produção anual de 26,6 kt (DGAV, 2013).

O volume médio de negócios da indústria de alimentos compostos para animais na Europa (exceto Luxemburgo, Grécia e Malta) é de 44,510 M € (FEFAC, 2011). No caso de:

FRANÇA a produção de alimentos compostos para animais é responsável por cerca 12.000 postos de trabalho em território francês para um volume de negócios de 7,14 Bilhões de € (FEFAC, 2011). Metade destes postos de trabalho está distribuída pelas 45 cooperativas (CoopdeFrance) e outros 6.000 por 203 empresas privadas (dados SNIA, 2009).

ITÁLIA em 2011, o volume de negócios total foi 6,65 bilhões €. O número de operadores diretos foi de 8.500. (ISTAT, 2011)

ESPAÑA o valor da produção do setor no país foi de cerca de 5,75 mil milhões de € em 2010 (FEFAC, 2011). Em Espanha, em 2011, as fábricas de ração animal foram responsáveis pela criação de 12.757 postos de trabalho (CESFAC, 2011 (INE, dados 2011)).

PORTUGAL de acordo com dados do Instituto Português de Estatística, em 2010, o valor da produção do setor foi cerca de 1.002 M (IACA, 2012). Existem 6 cooperativas (DGAV, 2013) e 3.551 postos de trabalho (INE, 2011)

As áreas de produção em França e Itália encontram-se nas Figuras 4 e 5, respetivamente.

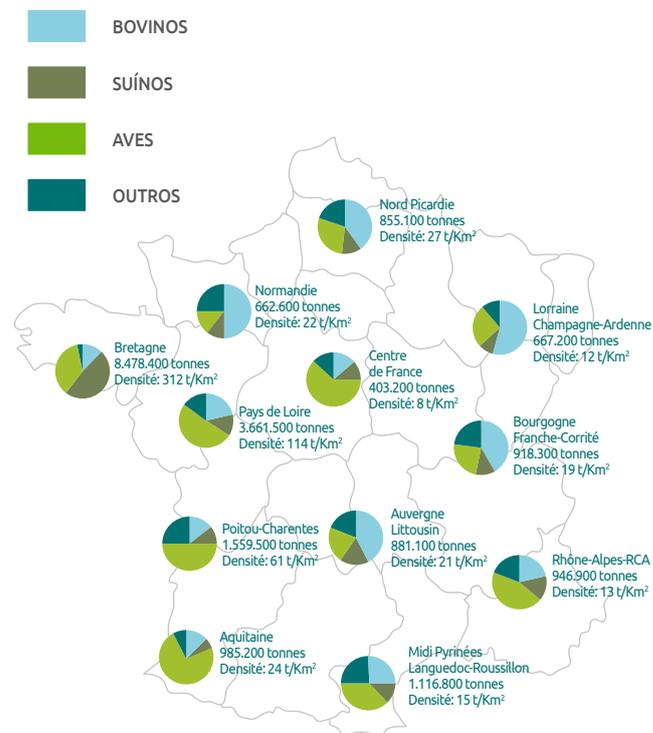
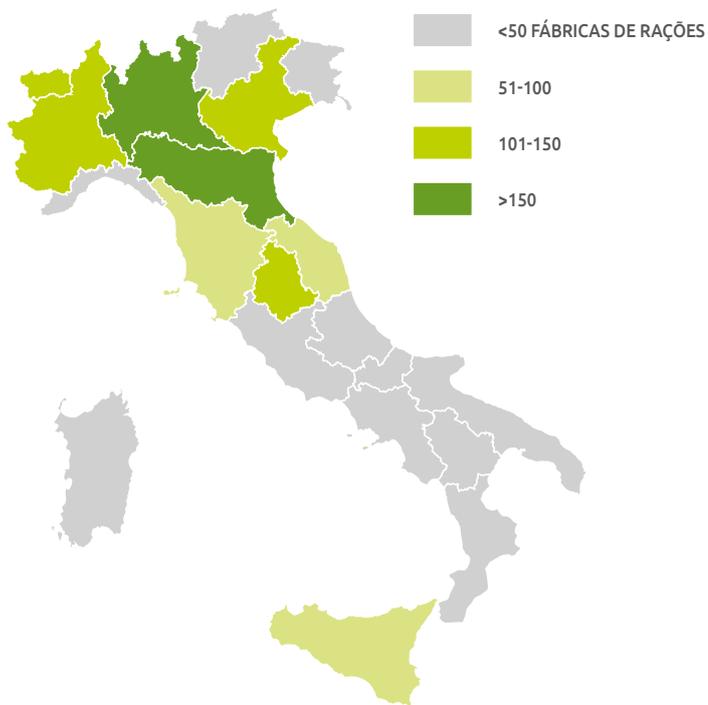


Figura 4. Área de Produção em França (Bovinos (azul), Suínos (castanho), Aves (verde), Outros (turquesa)
Fonte: SNIA - CoopdeFrance.



As fábricas de rações francesas são predominantemente cooperativas e a produção de alimentos para animais assume maior representatividade na parte ocidental do país. Na verdade, a Bretanha, o Pays de la Loire e Poitou-Charentes representam 65% da produção francesa metropolitana (sem levar em conta as ilhas francesas). A figura 5 mostra a repartição das fábricas de rações na Itália. É possível observar que a maior parte está concentrada no Norte deste país.

Figura 5. Número de fábricas de rações em Itália (ISTA-Assalzo 2011).

2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

São várias as etapas na produção da alimentação animal. Será feita uma breve descrição do processo de menor consumo de energia e uma descrição mais completa dos processos com maior consumo de energia. As diferentes etapas numa fábrica de rações são:

RECEÇÃO. A maioria das matérias primas chega em camiões (raramente por comboio), e são descarregadas diretamente nos tegões de receção. Daí são transferidas para a fábrica, quer seja em grão, em pó ou líquidos, mecanicamente ou com a ajuda de um sistema pneumático. A área e a forma de acondicionamento são determinadas pela natureza da matéria prima (granel, sacos grandes, etc). Após a chegada dos camiões, as matérias-primas são pesadas e é feito um primeiro controlo de qualidade.

MOAGEM. Uma descrição completa é apresentada na secção 2.1.

DOSAGEM. O doseamento é o processo que controla o fornecimento e distribuição dos produtos com base numa pesagem individual. Destina-se a fornecer as quantidades corretas de cada matéria prima necessárias para se aproximarem o mais possível à

fórmula fornecida pelo técnico de produção ou nutricionista. O número de pesagens pode variar de fábrica para fábrica.

MISTURA. O objetivo da mistura é juntar de forma homogénea, os elementos doseados pela fórmula. O misturador mais comum é o misturador de fita horizontal com um agitador. Os dois principais parâmetros desta fase, são o tempo de mistura e a velocidade de enchimento. Estes dois parâmetros têm um impacto direto sobre o nível de produção da fábrica, que muitas vezes tem apenas um misturador.

PELETIZAÇÃO. Uma descrição completa é feita na secção 2.2.

TRATAMENTO TÉRMICO. O tratamento térmico está geralmente relacionado com a necessidade de higienização, de forma a eliminar preventivamente micro-organismos patogénicos. Este princípio consiste em submeter a ração a uma temperatura de 85°C durante vários minutos, sob a ação de vapor. O tratamento pelo calor pode ser feito de forma continua ou em lotes.

ARREFECIMENTO. O arrefecimento e a secagem são feitos com um único equipamento. Na alimentação animal o arrefecimento e a secagem são processos combinados. Estes

processos são efetuados através da criação de um fluxo de ar que atravessa a ração. A secagem dá-se pelo calor gerado pelo produto ainda quente e o arrefecimento é feito pelo ajuste do ar que entra. O processo de arrefecimento é o resultado da conjugação das trocas de calor (entalpia) e a matéria (água) entre o ar e o produto. Este processo é realizado em sistemas de arrefecimento verticais contra fluxo ou horizontais de fluxo cruzado.

DESAGREGAÇÃO/CRIVAGEM/REVESTIMENTO. O objetivo da desagregação é conseguir aglomerados menores, para animais pequenos (pintos, codornizes, etc). Normalmente a desagregação é feita por um moinho de cilindros canelados situado por baixo da saída do sistema de arrefecimento/secador. A principal questão é definir o final do ciclo pela paragem da reciclagem das partículas finas. A separação das partículas finas é normalmente realizada por uma crivagem. Depois da crivagem, podem-se incorporar os líquidos (gorduras, enzimas, etc) na ração. Essa etapa denomina-se pulverização de revestimento exterior dos grânulos. Este é o último passo de dosagem e a fórmula é considerada completa a partir desta altura.

EMBALAMENTO/CARREGAMENTO/DISTRIBUIÇÃO. A linha de embalamento é composta por funis, posto de abastecimento dos sacos e sistema de paletização. Os

principais elementos no posto de abastecimento são a dosagem/pesagem. Na maior parte das situações os sacos são entregues aos revendedores ou distribuidores, enquanto a ração a granel é entregue diretamente aos criadores de gado. Normalmente a maior parte da produção é vendida a granel. A quantidade vendida pode ser verificada através do peso do próprio camião ou através da pré-instalação de células de armazenamento, entre produtos acabados e o carregamento. O camião é dividido em células, de forma a identificar os diferentes lotes de entrega. Ao chegar à exploração o camião descarrega conforme o seu tipo.

PROCESSOS AUXILIARES. Uma descrição completa é feita na secção 2.3.

2.1. Moagem

O objectivo da moagem é transformar todas as partículas que compõem a fórmula num tamanho semelhante, consumindo a menor energia possível. O tamanho uniformizado das partículas favorece posteriormente a obtenção de misturas homogéneas e estáveis. A finura da moagem promove a coesão do granulado e uma maior eficiência eléctrica do sistema de moagem. A menos que haja restrições na estrutura da fábrica, apenas matérias-primas como grãos ou grânulos com dimensões maiores do que as

desejadas são moídos. Todas as outras matérias primas podem ser adicionadas durante a mistura. O tipo de moinho mais utilizado na produção de alimentos para animais é o moinho de martelos (Figura. 6).

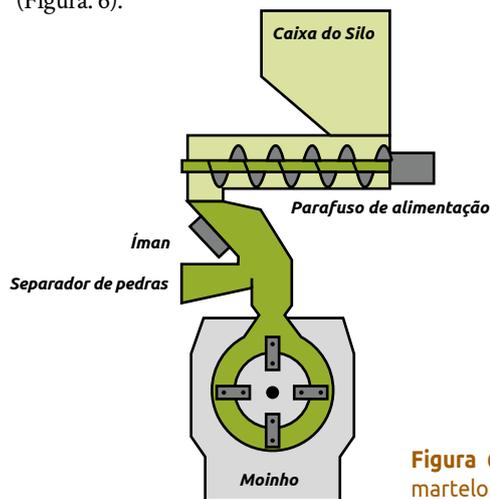


Figura 6. Moinho de martelos (Tecaliman).

Em cada fábrica, são usados um ou dois moinhos de martelos para esta operação. O dispositivo de cada moinho de alimentação inclui um recetáculo, que na sua base tem um parafuso sem-fim que efetua a alimentação do moinho. A sua velocidade de rotação define a taxa de fluxo de moagem.

À entrada da câmara de moagem, as matérias-primas são limpas

de todos os materiais estranhos: as partículas de metal por um aspirador magnético e as partículas mais densas (pedras) por um separador de pedras, a funcionar com fluxo de ar. A câmara de moagem é delimitada por uma tela, que calibra o tamanho final desejado das partículas. As partículas são moídas por martelos reversíveis em movimento, ligados em discos montados num rotor, geralmente com uma rotação de 1.500-3.000 rpm.

Entre o disco e o martelo, podem existir contra-martelos. A alta pressão do vácuo gerado pela sucção no funil, sob o moinho de martelos, é fornecida por um grande fluxo de ar e também contribui para o funcionamento do separador de pedras, extraindo as partículas da câmara de moagem, através da tela, quando elas alcançam o tamanho certo.

O ar arrastado com o produto é então separado da ração, normalmente por filtração numa bateria de mangas instaladas no teto do funil do moinho de martelos. As mangas de limpeza são abastecidas por um sistema de injeção sequencial de ar comprimido a 6-8 bar. Na sua parte inferior, a tremonha sob o moinho de martelos é constituída por um sistema de transferência (geralmente um sem-fim para garantir a remoção das partículas de solo). Este processo é completado por uma válvula rotativa que evita que o ar recebido, pelo ventilador, chegue a jusante do moinho de martelos.

2.2. Peletização

O objetivo da peletização é converter a ração moída em grânulos. Esta transformação física dos alimentos tem muitos benefícios, tais como a densificação da alimentação (cerca de 40%), que gera um aumento na capacidade de armazenamento e uma redução dos custos de transporte e das emissões de pó e uma melhor preservação do alimento. A peletização é caracterizada por uma linha composta por diferentes passos sucessivos (Figura 7):

- *O armazenamento é em silos pequenos, geralmente dois.*
- *O transportador helicoidal para cada pequeno silo de armazenamento, que é também o controlador da taxa de fluxo da peletização.*
- *O misturador cilíndrico, também denominado de condicionador, no qual a ração é misturada com vapor (produzido no sistema periférico constituído pela caldeira e por um sistema de vapor).*
- *O moinho de peletização.*

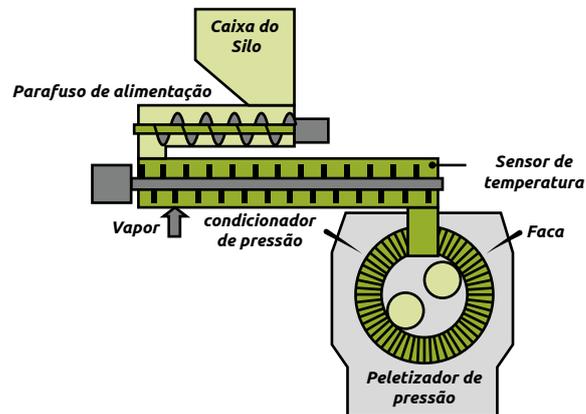


Figura 7. Moinho de peletização (Tecaliman).

No entanto, existem algumas desvantagens, tais como investimentos elevados (silos, moinho, caldeira, refrigerador, ...), custos adicionais de energia (eletricidade e vapor), ou a alteração do teor de água. Os ingredientes são normalmente fornecidos com o condicionador, com a ajuda de um parafuso controlado por um dispositivo de variação de velocidade. A taxa de fluxo da ração no condicionador e no moinho é ajustado para um valor nominal para a velocidade atual do motor do moinho. O acondicionamento dos ingredientes é realizado por incorporação contínua de vapor seco. A

injeção de vapor, perto da entrada, é regulada na saída por um sensor de temperatura, que permite temperaturas entre os 40 e 95 ° C. A quantidade de vapor injetado no condicionador afeta a taxa e fluxo de produção e o consumo de energia do moinho. O processo de peletização é o grande consumidor de energia numa fábrica de processamento de alimentos:

- *50 a 60% do consumo de energia eléctrica*
- *80 a 90% do consumo de vapor*

Após a passagem por um dispositivo magnético, a ração é conduzida para um anel de metal perfurado (anel poroso). Depois de ser comprimida nos rolos, a ração é orientada para a fieira de raspagem com a ajuda de facas. Em seguida é extrudida através dos canais da matriz. O produto sai na forma de um cilindro. Na saída dos canais das matrizes, as duas facas cortam e configuraram o comprimento dos grânulos cilíndricos.

Depois da granulação, a ração passa por gravidade através de um refrigerador e, eventualmente, num triturador e num crivo. As partículas mais pequenas são separadas do resto da ração e voltam para o moinho.

2.3. Processos auxiliares

2.3.1. Sistema de ar comprimido

O ar é produzido principalmente a partir de um único compressor de parafusos rotativos. São normalmente usados compressores de palhetas rotativas. A instalação de compressores de velocidade variável cresceu consideravelmente nos últimos anos. Os compressores são instalados na maioria das vezes em locais específicos ou no interior da fábrica. Normalmente, apenas um compressor é suficiente para satisfazer as necessidades das fábricas. Utilizando-se uma gama de compressores que varia entre 18 e 75 kW para a produção máxima de pressão de 7,5 a 10 bar.

O sistema de secagem do ar está geralmente localizado na zona do compressor. A tecnologia mais comum do sistema de secagem é a refrigeração a seco. Às vezes, o secador está instalado em unidades de produção maiores. Na prática, o setor de produção de alimentos para animais ainda usa apenas um sistema de secagem de ar para fornecer toda a rede de distribuição. A maioria das instalações tendem a ter uma reserva de ar entre o compressor e o secador. O maior consumo de ar é devido a perdas de ar na rede de ar comprimido. O consumo específico de electricidade para o sistema de ar comprimido

representa entre 6-7% do consumo de uma fábrica de rações, excluindo a energia consumida nos secadores de refrigeração e nos secadores de adsorção de calor externo. Normalmente os compressores de ar são parados durante o fim-de-semana (quando a produção é interrompida).

2.3.2. Caldeira

O vapor é na maior parte das instalações industriais produzido por caldeiras. As caldeiras são instaladas na sala da caldeira que inclui, muitas vezes, o tratamento de água, a água de alimentação, etc. Normalmente, apenas uma caldeira é necessária para abastecer o moinho. O vapor é muitas vezes produzido entre 6 a 10 bares (efetivos). O combustível utilizado é principalmente gás natural ou GPL (butano ou propano). Para as unidades mais pequenas, o óleo de aquecimento tende a ser usado como combustível. O uso de fuelóleo e eletricidade é marginal. A utilização de combustíveis com origem na biomassa e de gás natural líquido têm apresentado crescimento no setor da produção de alimentos para animais.

O tamanho da caldeira varia de acordo com as necessidades de vapor. Muito poucas são as caldeiras com uma capacidade superior a 5 toneladas / hora. Em algumas instalações, a caldeira permanece sob pressão quando a produção está parada (aquecimento de

líquidos, etc.) A taxa de purga da caldeira é altamente variável de uma fábrica de rações para outra. Ela também pode variar muito no tempo para uma mesma caldeira. Os parâmetros, que influenciam a taxa de purga, são por exemplo:

- *Características da água de alimentação (que pode mudar, dependendo essencialmente da sua origem)*
- *Tratamento da água,*
- *Modo de ajuste das válvulas (manual, automático, etc.).*

A taxa de retorno da condensação para o tanque de água de alimentação varia muito, dependendo da natureza dos utilizadores no local, das operações realizadas e da estrutura da rede de condensação. É comum encontrar condensação a baixa pressão que voltou diretamente para o esgoto. Se a utilização do vapor é limitado à sua injeção no condicionador do moinho a taxa de retorno da condensação no tanque de água de alimentação varia normalmente entre os 5 e os 20%. Neste caso, a temperatura da água de alimentação raramente ultrapassa os 50 - 60 ° C. Esta taxa de retorno será maior se a fábrica:

- *Aquece o líquido do permutador de calor vapor / água,*
- *Faz tratamento térmico da ração.*

2.3.3. Motores elétricos

Numa fábrica de rações, o consumo de energia elétrica dos motores representa mais de 90% do consumo total de energia. A potência dos motores varia desde poucos kW até algumas centenas de kW. De salientar que, apenas 5% de todos os motores numa fábrica de rações pode consumir mais do que 70% do consumo elétrico total. Estes 5% correspondem aos motores utilizados na moagem, peletização, mistura, sistema de ventilação e sistema de ar comprimido. A maioria dos motores é de indução e alguns deles utilizam um variador de velocidade. A Figura 8 mostra o ponto de vista económico da aquisição de um motor. Pode-se verificar que o custo global de um motor é devido ao seu consumo de energia, enquanto o seu custo de compra representa apenas cerca de 2,5%.

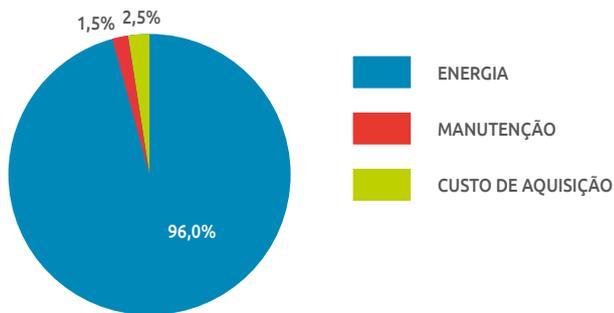


Figura 8. Repartição do custo de aquisição de um motor (Motor challenge).

2.3.4. Iluminação

É muito comum o uso de lâmpadas de descarga de gases, como sódio a alta pressão ou vapor de mercúrio, e também lâmpadas de halogéneo, para a iluminação interior de edifícios de produção e da receção da matéria prima. Estes dispositivos têm uma potência muito alta, cerca de 400 W na maioria dos casos. Além disso, também precisam de dispositivos auxiliares (lastro) que aumentam o consumo de energia final. Devido ao desenvolvimento de alta tecnologia que a iluminação tem tido, como a tecnologia LED, é possível alterar os sistemas antigos por novos, que utilizam a tecnologia LED com um custo razoável e uma alta viabilidade, devido à redução de potência, que pode ir até aos 65%.



3. ANÁLISE ENERGÉTICA DO SETOR

Neste setor, as fontes de energia primária utilizadas são a eletricidade e os combustíveis fósseis (gás natural, propano, butano, óleo combustível pesado e gasóleo de aquecimento doméstico). O gás natural é o combustível mais usado para a produção de vapor.

3.1. Consumo elétrico

Nas fábricas de rações, a eletricidade é sempre usada para os motores dos vários equipamentos (isto diz respeito, aproximadamente a 90% do consumo de eletricidade), para a produção de ar comprimido e para iluminação dos edifícios. Em algumas fábricas de rações, a eletricidade pode ser usada para aquecimento de líquidos nos silos de armazenamento e, com raras exceções, para a produção de vapor.

TABELA 1. CONSUMO ELÉTRICO (FRANÇA/ITÁLIA/ESPANHA/PORTUGAL).

	Capacidade de produção da fábrica	Rácio entre o consumo de eletricidade e a produção	Potência instalada
França	80 kt/ano	Entre 18 a 60 kWh/ton	Depende da fábrica
Itália	130 kt/ano	20 kWh/ton ração	450 kW
Espanha	44 kt/ano	16 kWh/ton ração	725 kW
Portugal	81 kt/ano	13,8 kWh/ton ração	430 kW

Fontes: Tecaliman/Company Valmori SR/ Projeto CO2OP das Cooperativas Agro-alimentarias/Instituto Nacional de Estatística em Portugal.

As decisões de gestão podem levar a períodos sem funcionamento ou a períodos de funcionamento com uma carga parcial para diferentes motores. Estes períodos podem ser mais ou menos longos. A Tabela 1 indica valores médios de consumo de energia elétrica em França,

Itália, Espanha e Portugal. Considerando três fábricas de rações francesas que produzem diferentes rações (média de 80 kt), podemos encontrar os valores de consumos elétricos na Tabela 2.

TABELA 2. EXEMPLOS DE CONSUMO DE ENERGIA EM FÁBRICAS DE RAÇÕES TÍPICAS EM FRANÇA.

	Fábricas de rações para bovinos	Fábricas de rações para aves	Fábricas de rações variadas (bovinos, aves e suínos)
Consumo elétrico anual	3,4 GWh	2,8 GWh	2,3 GWh
Consumo específico de energia elétrica (kWh per ton)	43 kWh/ton	37 kWh/ton	31 kWh/ton

Fonte: Tecaliman

Também é possível encontrar estas distribuições do consumo de energia elétrica por processo para Itália, Espanha e

Portugal (Tabela 3).

TABELA 3. DISTRIBUIÇÃO TÍPICA DOS CONSUMOS DE ENERGIA ELÉTRICA (ITÁLIA/ESPANHA/PORTUGAL).					
PROCESSO (ORDEM SEQUENCIAL)	TECNOLOGIA USADA	Potência elétrica instalada (kW)		Consumo de energia elétrica (kWh/ano)	
		Itália/Espanha	Portugal	Itália/Espanha	Portugal
Recepção de matéria prima	Tremonhas para as matérias primas transportadores motores elétricos	55	96	13.000	270.435
Moagem	Moinhos de martelos horizontal, motores elétricos	230	113	146.000	397.567
Mistura	Carrinho do mistura, misturadora horizontal, motores elétricos	240	40	82.000	121.928
Adição de gorduras e melaço	Misturadora horizontal, misturadora de melaço, motores elétricos	35	3	9.000	10.236
Peletização	Moinho, caldeira de vapor, sistema de arrefecimento, motores elétricos	260	180	108.000	276.668
Embalamento	Motores elétricos	40	3	21.000	19.864
Iluminação e outros processos elétricos auxiliares	Fluorescentes	140	5	51.000	16.637
TOTAL		1.000	440	430.000	1.113.427

Fontes: Company Valmori SR/ Projeto CO2OP das Cooperativas Agro-alimentarias/UÉvora

3.2. Consumo de energia térmica

O consumo de energia térmica deve-se, principalmente, à peletização ou, ao fabrico dos grânulos, e ao tratamento térmico da ração (por exemplo, ração de aves de capoeira).O

maior consumidor térmico é a caldeira, para a produção de vapor. Na tabela 4 indicam-se valores médios de consumo térmico, em França, Itália, Espanha e Portugal.

TABELA 4. CONSUMO DE ENERGIA TÉRMICA (FRANÇA/ITÁLIA/ESPAÑA/PORTUGAL).

	Capacidade de produção do moinho	Rácio entre energia consumida e produção	Potência térmica instalada (sobretudo na caldeira)
França	80 kton/ano	Entre 20 e 50 kWh/ton ração	Entre 1.400 e 2.050 kW
Itália	130 kton/ano	55 kWh/ton ração	Entre 813 e 1.744 kW
Espanha	44 kt/ano	11 kWh/ton ração	Entre 1.400 e 2.000 kW
Portugal	81 kton/ano	10,4 kWh/ton ração	220 kW

Fontes: Tecaliman/Company Valmori SR/ Projeto CO2OP das Cooperativas Agro-alimentarias/ Instituto Nacional de Estatística de Portugal.

Considerando três fábricas de rações francesas, que produziram diferentes rações (média de 80,0 kton), os

valores de energia térmica consumidos são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5. VALORES TÍPICOS DE CONSUMO DE ENERGIA TÉRMICA PARA FÁBRICAS DE RAÇÕES EM FRANÇA.

	Fábrica especializada em rações para bovinos	Fábrica especializada em rações para aves	Fábrica de rações para várias espécies (bovinos, aves e suínos)
Consumo anual de energia térmica	1,9 GWh PCI	2,4 GWh PCI	1,1 GWh PCI
Consumo específico de energia térmica (kWh PCI* por tonelada peletizada)	26	41	26

Fonte: Tecaliman

*PCI: poder calorífico inferior

Também é possível encontrar estas distribuições típicas do consumo de energia elétrica para Itália, Espanha e Portugal (Tabela 6).

TABELA 6. DISTRIBUIÇÃO TÍPICA DE ENERGIA TÉRMICA (ITÁLIA/ESPANHA/PORTUGAL).

PROCESSO SEQUENCIAL	TECNOLOGIA TÍPICA	Potência Térmica instalada (kW)		Consumo de energia térmica (kWh/ano)	
		Itália/Espanha	Portugal	Itália/Espanha	Portugal
Adição de gordura e melaço	Misturadora horizontal, melaços, misturadora, motores elétricos	80		20.000	
Peletização	Moinho de peletização, caldeira de vapor, refrigerador, motores elétricos	420		170.000	
Processos térmicos auxiliares	Caldeira de aquecimento, transporte	300	220	110.000	794.640
Equipamentos auxiliares	Empilhadores				49.659
TOTAL		800	220	300.000	844.299

Fontes: .Valmori SR / Projeto CO2OP das Cooperativas Agro-alimentariass/UÉvora

3.3. Balanço energético

A Figura 9 apresenta o balanço de energia sob a forma de Diagrama de Sankey.

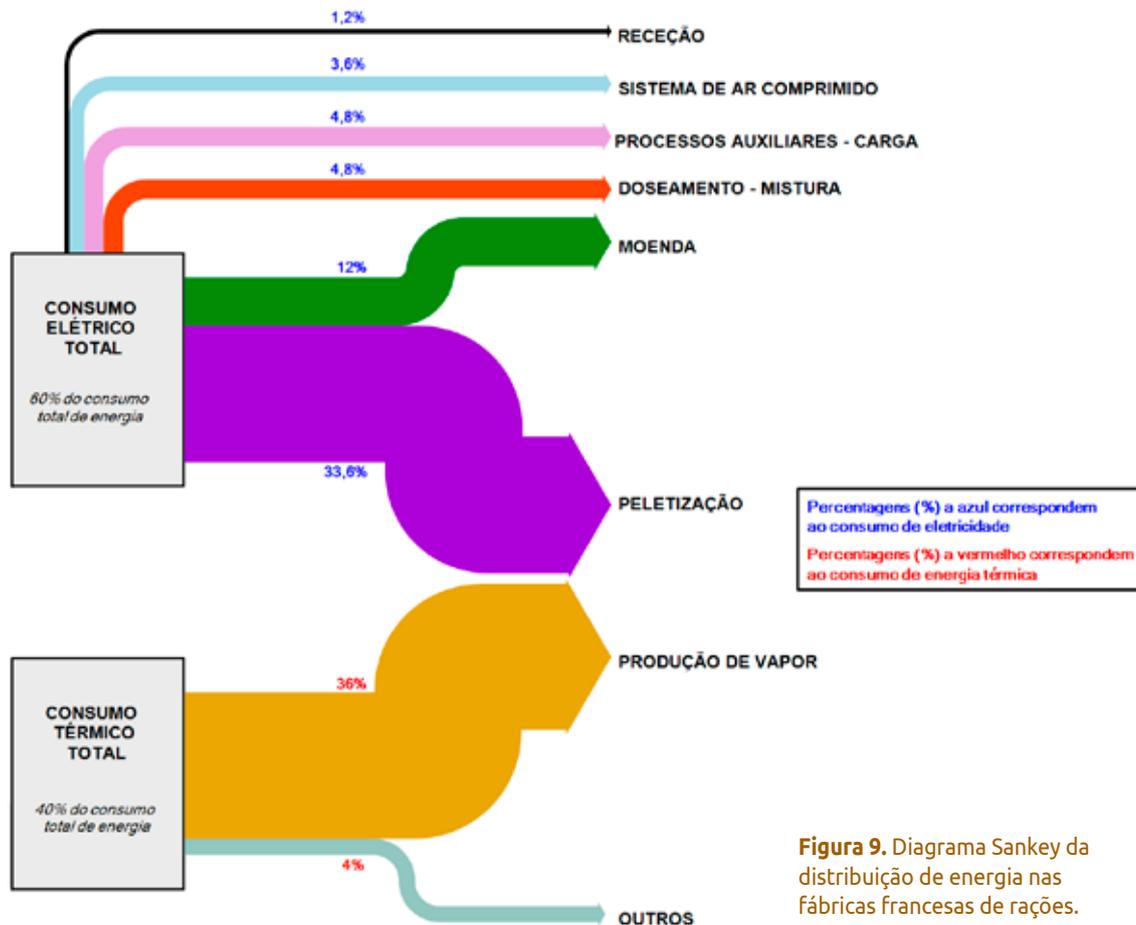


Figura 9. Diagrama Sankey da distribuição de energia nas fábricas francesas de rações.

3.4. Custos energéticos

O contexto Europeu da energia varia de acordo com o país considerado. De facto, o custo da energia é diferente, sendo baseado na política energética nacional. A Tabela 7 indica alguns exemplos de custos na indústria de energia elétrica e térmica em França, Itália, Espanha e Portugal.

TABELA 7. CUSTOS DE ENERGIA (FRANÇA/ITÁLIA/ESPANHA/PORTUGAL).		
	Custo da energia elétrica (€/MWh)	Custo da energia térmica (€/MWh)
França	Entre 60 e 110	Entre 20 e 80
Itália	Cerca de 144	Cerca de 37
Espanha	125	60
Portugal	80	70

Fontes: Tecaliman/ Valmori SR/ Projecto CO2OP das Cooperativas Agro-alimentarias/Instituto Nacional de Estatística Portugal.

3.5. Particularidades do Subsetor

Não existem particularidades na produção de rações para animais. Na verdade, o gado precisa de alimentação, para ter um bom desempenho no seu crescimento. Na Europa, e especificamente em Portugal, Espanha e Itália, não há sazonalidade no consumo de energia elétrica e térmica. Mas, em França ocorre um maior consumo de energia elétrica e térmica no outono e no inverno, devido à diferente organização do trabalho na produção das rações para o gado.

4. MEDIDAS DE POUPANÇA DE ENERGIA

Esta parte foi desenvolvida com a ajuda das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) documento de referência (BREF) para a Eficiência Energética da Comissão Europeia, validado em 2009. Uma seleção de ações de melhoria tem sido feita a fim de identificar as potenciais ações que poderiam ser usadas no subsetor da produção de alimentos para animais. As soluções de melhoria para economizar energia nos processos de produção e com utilidade em fábricas de processamento de alimentos para animais são numerosas. O interesse destas soluções deve ser avaliado caso a caso para cada fábrica de rações. Cada fábrica deve ser considerada como um caso específico. O tempo de retorno pode variar significativamente dependendo dos custos de investimento, tempo de funcionamento das máquinas, tamanho das máquinas, o custo da energia, o local, etc.

4.1. Sistema a vapor

Várias melhorias podem ser feitas relativamente à produção de vapor.

AJUSTAR O SISTEMA DE VAPOR. O excesso de ar mínimo que é necessário para manter as emissões dentro do limite depende do queimador e da caldeira. Deve ser efetuada

uma verificação periódica para otimizar a combustão e, se necessário, ajustar o queimador.

REDUZIR O FLUXO DE MASSA DOS GASES DE COMBUSTÃO, REDUZINDO O EXCESSO DE AR. O excesso de ar pode ser minimizado ajustando a taxa de fluxo de ar para a taxa de fluxo de combustível para caldeiras de maiores dimensões. Isto é facilitado pela medição automatizada do conteúdo de oxigénio nos gases de combustão.

PRE AQUECIMENTO DA ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO. A água do recipiente de alimentação que retorna à caldeira, muitas vezes tem uma temperatura $<60^{\circ}\text{C}$. A recuperação de calor é possível com o pré-aquecimento da água, reduzindo assim as necessidades de combustível da caldeira de vapor. O pré-aquecimento pode ser feito: utilizando o calor residual, como na purga das caldeiras a vapor, no retorno do condensado, no compressor de ar, etc; ou usando economizadores e /ou condensadores que fazem a troca de calor, reduzindo as necessidades de combustível na caldeira através da transferência de calor a partir dos gases de combustão para a água de alimentação da caldeira.

MINIMIZAR A TAXA DE PURGAS DA CALDEIRA. Isto pode reduzir substancialmente as perdas de energia uma vez

que a temperatura da purga está diretamente relacionada com a do vapor gerado na caldeira. Isso pode ser feito através da realização de controlos regulares da qualidade da água na caldeira, de modo a reduzir os níveis de suspensão de sólidos totais dissolvidos (TDS) para limites aceitáveis; ou através da melhoria da instalação de sistemas de controlo de descarga automática, geralmente por monitorização da condutividade.

MINIMIZAR AS PERDAS TÉRMICAS NOS CICLOS CURTOS DA CALDEIRA. As perdas durante ciclos curtos ocorrem cada vez que uma caldeira é desligada durante um curto período de tempo. Perdas devido a ciclos de curto prazo podem ser aumentadas se as caldeiras conseguirem gerar a quantidade de vapor necessária num período de tempo curto. Será este o caso nas situações em que a capacidade instalada da caldeira é consideravelmente superior do que é geralmente necessário. Será uma boa prática rever se é necessário substituir a caldeira ou apenas adaptar o queimador da mesma.

OPTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE VAPOR. O desempenho adequado do sistema de distribuição requer um projeto cuidadoso e práticas de manutenção efetivas. As tubagens devem ser devidamente dimensionadas, apoiadas, com isolamento térmico, e configuradas com a flexibilidade

adequada. O sistema de distribuição deve ser configurado para permitir a drenagem adequada do condensado, o que exige capacidade de gotejamento, assim como adequada seleção do purgador.

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLO E DO REPARAÇÃO DOS PURGADORES DE VAPOR.

No vazamento de purgadores perdem-se significativas quantidades de vapor, o que resulta em grandes perdas de energia. A manutenção adequada pode reduzir essas perdas de uma forma eficiente. A frequência com que os purgadores são verificados depende do tamanho do local, da taxa de fluxo de vapor, da pressão de funcionamento, do número e tamanho dos purgadores, e da idade e do estado do sistema, bem como da manutenção existente.

RECOLHA E RETORNO DO CONDENSADO À CALDEIRA PARA REUTILIZAÇÃO.

O condensado é recolhido e redirecionado para o recipiente da água de alimentação. Isso resulta numa reutilização da energia contida no condensado quente; poupando o custo de aquecimento; baixando o custo da caldeira no tratamento da água; na redução dos produtos químicos para o tratamento da água, e na redução da quantidade de água usada e descarregada.

4.2. Ventilação

A ventilação é usada principalmente no moinho de martelos e no refrigerador. Para ter um sistema de ventilação eficiente, necessários é necessário ter em atenção:

VENTILADORES. Ao projetar ou modificar uma instalação, é essencial escolher o tamanho correto do ventilador para a instalação, de modo a que ele funcione tão próximo quanto possível da eficiência máxima.

SISTEMA DE AR. A conceção de um sistema de ar deve atender a certas condições, a fim de ser eficiente em termos energéticos. É necessário verificar se o sistema é hermeticamente fechado, particularmente nas juntas.

MOTORES ELÉTRICOS (e acoplamento com os ventiladores): escolha do tipo e do tamanho correto de motor.

GESTÃO DO FLUXO DE AR. O fluxo de ar é um parâmetro fundamental quando se trata do consumo de energia em sistemas de ventilação. Por exemplo: para uma redução de 20% no fluxo, cerca de 50% menos energia é consumida pelo ventilador. Em algumas instalações, o sistema de ventilação não tem que funcionar constantemente na sua taxa máxima.

Por isso, é importante ser capaz de ajustar a velocidade de funcionamento do ventilador.

CONTROLOS DE VELOCIDADE ELECTRÓNICOS. Podem ser utilizados para adaptar a velocidade de funcionamento dos ventiladores favorecendo a otimização do consumo de energia pelo motor, podendo contribuir para reduzir significativamente o consumo de energia.

4.3. Motores eficientes

O consumo de um motor eléctrico 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. Melhorias nos motores são especialmente recomendadas em fábricas de rações, onde alguns motores eléctricos utilizados têm uma potência instalada superior de 100 kW (principalmente nos processos de moagem e peletização) e têm mais de 2.000 horas de funcionamento anuais. A eficiência energética dos motores está classificada na norma IEC 60034-30. De acordo com esta classificação, existem cinco 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 para os EuP (*Energy-using products*: Equipamentos consumidores de energia) estabelece os critérios de concepção ecológica para o dimensionamento de motores, de acordo com os níveis de eficiência definidos na norma IEC 60034-30. Estabelece também que os motores comercializados a partir de 16 de Junho de 2011 devem cumprir no mínimo o nível de eficiência IE2; a partir de 1 de Janeiro de 2015 os motores entre os 7,5 e os

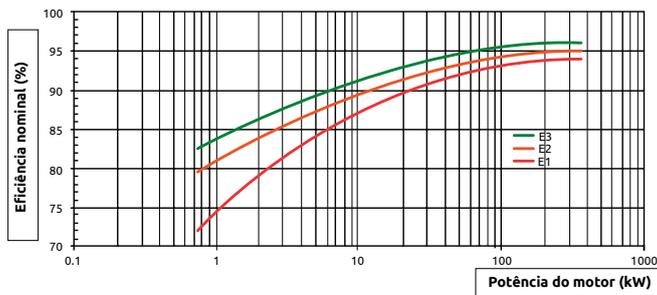


Figura 10. Curvas de eficiência energética (CIRCE, 2013).

375 kW devem cumprir no mínimo o nível de eficiência IE3; e a partir de 1 de Janeiro de 2017 os motores entre os 0,75 e os 375 kW devem cumprir no mínimo o nível de eficiência IE3.

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 11.

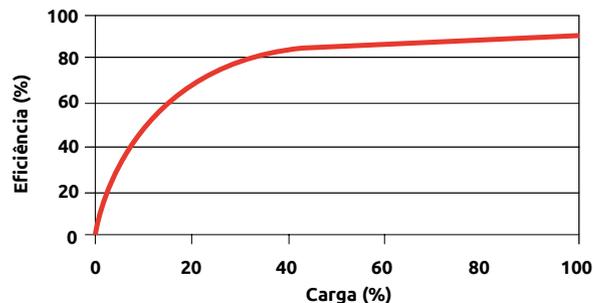


Figura 11: Eficiência de um motor elétrico de acordo com a carga (BREF, 2009).

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 e menos desgaste do equipamento. Com uma carga variável, o variador pode reduzir os consumos de energia elétrica, nomeadamente nas bombas centrifugas, compressores e ventiladores. Os equipamentos, como por exemplo um moinho de martelos, como também de movimentação de materiais, tais como aplicações de transportadores, pode também beneficiar em termos de consumo de energia e, em geral, no desempenho através da utilização de variadores de velocidade.

Equipamentos de transmissão, incluindo eixos, correias, correntes e engrenagens, devem ser instalados e mantidos de forma adequada. O sistema de transmissão do motor para a carga é uma fonte de perdas. Estas perdas podem variar significativamente, de 0 a 45%. O acoplamento direto é a melhor opção possível (se for tecnicamente possível).

4.4. Sistema de ar comprimido (SAC)

Muitas fábricas de rações têm sistemas de ar comprimido utilizados em diferentes processos: moinhos, compressores, transportadores, etc. 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 aspeto 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 15% 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.

4.5. Variadores de velocidade

Os variadores de velocidade podem utilizar-se em muitos processos de carga variável: como por exemplo no setor da alimentação: ventiladores, moinhos de martelos, compressores para sistemas de ar comprimido, 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.

Os variadores de velocidade, também chamados de inversores de velocidade ajustável, controlam a velocidade de rotação de motores instalados em bombas, ventiladores, correias transportadoras ou outras máquinas. Essas unidades funcionam com conversão de parâmetros constantes de entrada da rede elétrica (volts, frequência), em valores variáveis. Esta mudança de frequência provoca uma alteração na velocidade do motor. Isso significa que a velocidade do motor pode ser regulada de acordo com os parâmetros externos, tais como, temperatura, fluxo, etc. O controlo de velocidade pode ser muito importante na eficiência energética.

A economia de energia depende da potência do motor, da carga, do perfil de funcionamento do motor e das horas de funcionamento anuais. Por exemplo, em alguns casos, um ventilador a trabalhar, com ou sem variador de velocidade, pode variar o seu consumo de energia em mais de 30%.

4.6. Isolamento

Em vários setores do projeto TESLA, é necessário transportar calor ou frio; isto acontece, por exemplo 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°C e 110°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°C , a temperatura do ar é de 15°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.

4.7. Recuperação de calor

Neste manual são referidos três métodos de recuperação de calor, uma vez que não implicam um aumento no consumo de energia.

ENERGIA SOLAR PARA AQUECIMENTO DE ÁGUAS.

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 uma resistência térmica até 250°C, umos valores de rendimento óptico de 75%, e um coeficiente de perda de calor de 2,9 W/m²·°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 CO₂. A energia solar tem grande potencial nos países do sul (Espanha, Itália e Portugal).

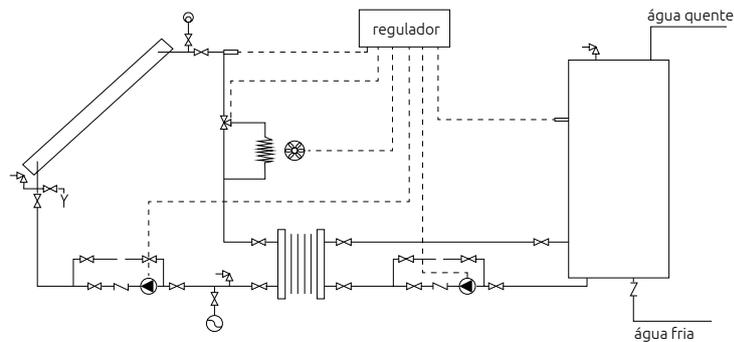


Figura 12. Esquema do Sistema solar térmico IMS (CPC solar).

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. 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. O ar quente pode ser utilizado, por exemplo, para elevar a temperatura ambiente.
- **Aquecimento de água:** é também possível a utilização de um permutador de calor para extrair o calor residual no lubrificante do sistema de arrefecimento, para produzir água quente. 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. A água quente pode ser utilizada para a produção de vapor, ou qualquer outra aplicação onde seja necessária.

Sistemas de recuperação de calor estão disponíveis para a maioria dos compressores do mercado como equipamento opcional, quer seja integrado no compressor ou como uma solução externa. Um sistema bem dimensionado pode recuperar aproximadamente 50 - 90 % do calor disponível.

RECUPERAÇÃO DE CALOR COM ECONOMIZADORES.

A instalação de um sistema de recuperação de calor em caldeiras permite recuperar o calor dos gases de escape. Nas caldeiras muito do calor perde-se através do fumo. Recuperando parte deste calor, o consumo de combustível será reduzido. 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). O condensador permite recuperar a energia que está contida no fumo de combustão por condensação de uma parte do vapor de água. A economia de energia depende da diminuição da temperatura dos gases de

combustão. Nos casos reais, a instalação de um condensador, após a caldeira, permite alcançar uma economia de cerca de 5 a 10% de energia.

4.8. Iluminação

Nos diferentes setores 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), ou halogênio. 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. Além disso, a substituição da iluminação para LEDs é muito fácil. A tabela seguinte apresenta a poupança de energia que se pode atingir substituindo lâmpadas de descarga em gás por LEDs.

TABELA 8. POUPANÇA DE ENERGIA.

SITUAÇÃO ACTUAL	SITUAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	REDUÇÃO DA POTÊNCIA
2x tubo fluorescente 18W (potência total instalada 42W considerando um reator eletromagnético)	LED18S (19W)	54%
2x tubo fluorescente 58W (potência total instalada 136W considerando um reator eletromagnético)	LED60S (57W)	58%
lâmpada de vapor de mercúrio 250W (potência total instalada 268 W considerando dispositivos auxiliares)	BY120P (110 W)	58%
lâmpada de vapor de mercúrio 400W (potência total instalada 428 W considerando dispositivos auxiliares)	BY121P (210 W)	51%

Fonte: Philips.

4.9. Baterias de condensadores para redução da potência reativa

Muitos dos recetores elétricos, como os motores e as lâmpadas de descarga em gás, consomem energia reativa, que é paga na fatura elétrica. Este consumo de energia reativa pode ser evitado com a utilização de baterias de condensadores. Baterias de condensação estão disponíveis com diferentes potências, desde 7,5 kVAr até 1.120 kVAr. Costumam instalar-se junto ao centro de transformação ou ao quadro elétrico principal. A compensação do fator de potência é geralmente feito por máquinas da instalação. Neste caso, trata-se de uma poupança económica mais do que uma poupança energética na fábrica. Esta compensação da energia reativa também é benéfica para a capacidade de transmissão de energia na rede elétrica.



Figura 13.
Baterias de
condensação.

4.10. 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. Quanto mais antigo for o transformador de corrente, maior será o consumo de energia. Esta medida é especialmente recomendada nas indústrias onde o número de horas de operação anual é muito elevado, tais como fábricas de rações ou processamento de frutas e legumes. Esta poupança de energia é realmente feita quando os transformadores avariaram devido ao longo período de retorno da sua implementação. Os transformadores a 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.

4.11. Ferramentas de gestão

Diferentes soluções podem ser considerados para melhorar a eficiência energética. Essas soluções não são apenas técnicas, mas também soluções ligadas aos métodos de gestão, como a gestão da qualidade do produto, a gestão da energia, ou a gestão da produção.

Fatores que afetam a qualidade do produto, tais como a

temperatura de acondicionamento, fluxos de vapor, o tempo de secagem, a dureza e durabilidade dos granulados ou tamanho das partículas das farinhas, estão fortemente relacionados com o consumo de energia. Uma melhor compreensão das necessidades e exigências dos clientes pode permitir melhorar a eficiência energética sem deixar de satisfazer o cliente.

Uma solução de gestão é a implementação de um sistema ativo de gestão de energia (norma ISO 50.001). Este setor deverá fazer esforços na recolha, análise e divulgação das informações sobre a eficiência energética para identificar perdas evitáveis em energia.

Outra solução de gestão é a programação da produção. Graças especialmente aos diagramas de tempo (timing diagrams), é possível otimizar o tempo de produção. Na verdade, se o tempo sem nenhuma carga é tão pequeno quanto possível, a eficiência de cada processo é melhorada. Também a otimização da taxa de produção da fábrica de rações, permite poupar energia e aumentar a produção.

A manutenção é essencial em todas as fábricas e equipamentos. É importante manter um cronograma de manutenção e registo de todas as inspeções e atividades de manutenção. A manutenção é importante, especialmente:

- *Para garantir que os purgadores funcionam corretamente*
- *O isolamento é instalado e mantido*
- *As fugas são detetadas e eliminadas, etc.*



Figura 14. Painel de controlo.

5. CONCLUSÕES

Cada país tem características típicas de produção. As medidas de poupança de energia podem ser diferentes para cada país, dependendo das condições específicas, tais como o preço da energia e a sua regulação. Além disso, num determinado país, cada fábrica de rações deve ser considerada como um caso único, porque as soluções de eficiência energética propostas para uma fábrica podem não ser as mais adequadas para outra. Para melhorar a sua eficiência energética, uma fábrica de rações pode implementar técnicas que são descritas nos documentos de referência das “Melhores Técnicas Disponíveis” (BREFs documents). Atualmente, existem mais de 30 BREFs, incluindo um sobre a eficiência de energia. Este documento indica que muitas técnicas podem ser aplicadas no setor da produção de alimentos para animais. Estas técnicas podem também ser ferramentas de gestão (gestão de energia, ...). Mas, antes da sua implementação, é necessário observar as práticas e ter uma boa base de dados que permitam avaliar de forma tão precisa quanto possível diferentes oportunidades de poupança de energia e o seu impacto sobre a eficiência energética na gestão de uma fábrica de rações. A eficiência energética também requer o correto dimensionamento dos equipamentos (potência do

motor, sistema de ar comprimido, etc.).

Para concluir, é necessário otimizar o consumo de energia a fim de reduzir os seus custos. Com o conhecimento dos parâmetros que têm impacto sobre o balanço energético, é possível reduzir os pontos críticos e usar técnicas adequadas. De acordo com o tipo de energia utilizada (elétrica ou térmica), algumas técnicas são semelhantes (automação, dimensionamento e projeto adequados, etc), outras são diferentes (p.e. isolamento nos processos térmicos). Finalmente, uma correta e frequente manutenção do equipamento também é uma boa maneira de economizar energia.



6. BIBLIOGRAFÍA

- Tecaliman, Centre technique de l'alimentation animale, <http://www.tecaliman.com/>
- SNIA, Syndicat national des industries agroalimentaires, <http://www.nutritionanimale.org/>
- Coopdefrance, <http://www.coopdefrance.coop/fr/index.html>
- Fefac, European Feed Manufacturers' Federation, <http://www.fefac.eu/>
- CESFAC, 2011 (INE 2014 ,con datos de 2011).
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2011). Estadísticas Agrícolas.
- Istat, Italian National Institute of Statistics, <http://www.istat.it/en/>
- DGAV. 2013. Lista dos Industriais do Setor dos Alimentos para Animais Registados/AprovadosaoAbrigo do REG.(CE) Nº183/2005. Direcção Geral de Alimentação e Veterinária. Available at <http://www.dgv.min-agricultura.pt>
- IACA. 2012. Anuário 2012. Associação Portuguesa dos Industriais de Alimentos Compostos para Animais. 145 pp. Available at <http://www.iaca.pt/>
- BREF 2009. Energy Efficiency, EUROPEAN COMMISSION, 430pp .2009.

The Tesla logo, featuring the word "tesla" in a bold, black, sans-serif font. The letter "a" is stylized with a yellow infinity symbol integrated into its top curve.

Transferring
Energy Save
Laid on Agroindustry



www.teslaproject.org
tesla@agro-alimentarias.coop



Co-financiado pelo programa Intelligent Energy
Europe da União Europeia