

inovenergy

eficiência energética no sector agro-industrial

Eficiência Energética no sector AgroIndustrial:
Manual de Boas Práticas



INOENERGY

Site Inovenergy



Vídeo Promocional



Publicação on-line



MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NO SETOR AGROINDUSTRIAL



“Aumento da competitividade -> Melhor qualidade do ambiente -> Mais sustentabilidade -> Mais inovação”





Eficiência Energética no setor AgroIndustrial:
Manual de Boas Práticas

Título	Manual de Boas Práticas - Inovenergy
Autores	Luís Pinto de Andrade, José Nunes, Pedro Dinho, Pedro Dinis, Luísa Catarina Domingues, Telmo Nobre, Adélio Gaspar, Manuel Feliciano, Alberta Araújo, Paulo Brito, Pedro Félix.
Coordenação Editorial	Luís Pinto de Andrade, José Nunes, Luísa Catarina Domingues
Editor	Instituto politécnico de Castelo Branco
Projeto Gráfico e Design	Código912 & Inpress
Nota explicativa	Este guia foi desenvolvido no âmbito do projeto INOVENERGY (Eficiência Energética no setor Agroindustrial (FCOMP-05-0128-FEDER-018642)).
Agradecimentos	Os autores agradecem ao "Programa Operacional Fatores de Competitividade"- COMPETE, pelo financiamento atribuído ao projeto INOVENERGY. Os autores expressam também o seu agradecimento a todos os empresários e funcionários das empresas e associações agroindustriais que colaboraram no desenvolvimento deste estudo.
ISBN	978-989-8196-46-0

Financiamento

Ficha técnica	4
índice	5
Prefácio	7
1 Introdução	8
2 Relevância do frio no setor agroalimentar	12
3 Âmbito e objetivos	20
4 Metodologia	23
5 Refrigeração nas fileiras	25
6 Perfil de consumo por fileira	32
7 Medidas de eficiência energética	37
7.1 Ao nível das Infraestruturas	38
7.2 Ao nível das câmaras de refrigeração	39
7.3 Sistemas de produção de frio	40
7.4 Ar comprimido	43
7.5 Geradores de vapor / águas quentes	44
7.6 Características dos consumos de energia elétrica	45
7.7 Aproveitamento de energias renováveis	45
7.8 Gestão de energia	47
8 Fatores de Conversão	48
9 Considerações finais	51
10 Fontes de consulta	53
11 Parceiros do projeto INOVENERGY	55



Nos últimos 150 anos o clima tem-se tornado progressivamente instável e mais quente. Se nada for feito, estas alterações tendem a acentuar-se e afetarem negativamente o ambiente, com efeitos a nível dos recursos hídricos, das zonas costeiras, da agricultura, da saúde humana, da energia, e da biodiversidade.

Estas alterações climáticas estão diretamente relacionadas com o crescimento das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE), em que se salienta o papel do dióxido de carbono (CO₂). Outros gases relevantes para o efeito de estufa incluem o metano (CH₄), os óxidos de azoto (NO_x) e os compostos fluorados. As emissões de CO₂ e de NO_x produzidas pelo Homem são maioritariamente atribuídas ao setor energético e aos transportes.

A solução para reduzir o excessivo consumo de energia está longe de ser conhecida, contudo devemos procurar fontes de energia alternativas e adotar medidas que promovam essa redução. É neste âmbito que se aplica a eficiência energética.

A forma como a energia é utilizada é impreterivelmente uma questão chave neste processo. Como tal, é imprescindível aumentar a eficiência energética nas operações das empresas, de modo a promover a redução de custos, aumentando a competitividade, contribuindo ainda para a redução da intensidade energética global.





inovenergy
eficiência energética no setor agro-industrial

Introdução

1

A eficiência energética é uma oportunidade valiosa para o crescimento das empresas, contribuindo para a melhoria da sua competitividade, da sociedade e do ambiente. Com a ratificação do Protocolo de Quioto foram impostos os níveis de redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) aos países que o ratificaram. A União Europeia é uma das signatárias do protocolo, comprometendo-se a reduzir, como um todo, em 8% as suas emissões de GEE, no período de 2008 a 2012, em relação aos níveis existentes no ano de referência (1990).

No âmbito da Estratégia Nacional para a Energia, publicou-se o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, que regulamenta o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Este sistema aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos superiores a 500 tep/ano.

Este diploma estabelece um regime diversificado e administrativamente mais simplificado para as empresas que já estão vinculadas a compromissos de redução de emissões de CO₂ no quadro do Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), e define quais as instalações consideradas Consumidoras Intensivas de Energia (CIE), alargando o âmbito de aplicação do anterior Regulamento (RGCE) a um maior número de empresas e instalações, com vista ao aumento da sua eficiência energética.

O SGCIE prevê que as instalações CIE efetuem periodicamente, auditorias energéticas que incidam sobre as condições de utilização de energia e promovam o aumento da eficiência energética, incluindo a utilização de fontes de energia renováveis. Contempla também que se elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia, estabelecendo acordos de racionalização desses consumos com a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, no âmbito do quadro das metas europeias «20–20–20», que visam alcançar, em 2020, 20% de redução das emissões de gases efeito de estufa relativamente aos níveis de 1990, 20% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto e 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projeção do consumo para 2020, mediante um aumento da eficiência energética, foi estabelecido para Portugal, para o horizonte de 2020, um objetivo geral de redução no consumo de energia primária de 25% e um objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%.

No plano da utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis, pretende-se que os objetivos definidos de, em 2020, 31% do consumo final bruto de energia e 10% da energia utilizada nos transportes provir de fontes renováveis, sejam cumpridos ao menor custo para a economia. Em simultâneo, pretende-se reduzir a dependência energética do país e garantir a segurança de abastecimento, através da promoção de um mix energético equilibrado.

Dada a importância da gestão energética, a norma ISO 50001:2011 foi desenvolvida pela Organização Internacional de Normalização (ISO) como a futura Norma Internacional para gestão de energia.

O objetivo da ISO 50001 é definir os requisitos para um Sistema de Gestão da Energia (SGE) que permita às organizações estabelecer os sistemas e processos necessários para melhorar o seu desempenho energético global, incluindo a utilização, consumo e eficiência energética. A norma inclui também um anexo informativo com orientações de como implementar eficazmente este referencial. Visa a redução de custos com energia e a redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como outros impactes ambientais relacionados, através de uma gestão sistemática da energia.

A ISO 50001 é aplicável a todos os tipos de organizações, independentemente das suas condições geográficas, culturais e sociais. Tal como acontece com outras normas de sistemas de gestão, nomeadamente na ISO 9001 e na ISO 14001, a complexidade do sistema, o volume de documentação e os recursos a dedicar podem ser definidos à medida dos requisitos de quase todas as organizações, pequenas ou grandes, públicas ou privadas.

Uma vez que a ISO 50001 foi baseada na "Estrutura comum de sistema de gestão" que se encontra em análise em todas as comissões técnicas de sistemas de gestão da ISO, os utilizadores podem estar seguros do elevado nível de compatibilidade com a ISO 9001 e ISO 14001 e podem optar por integrar o SGE de acordo com a ISO 50001 com estes ou outros sistemas de gestão existentes. Possuir um certificado de acordo com a EN 16001 auxilia a transição para a ISO 50001:2011.

O Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro, estabelece o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade, destinada ao autoconsumo na instalação de utilização, e o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade, vendida na sua totalidade à rede elétrica de serviço público, por intermédio de instalações de pequena potência, a partir de recursos renováveis.

Líderes da União Europeia reunidos em Bruxelas, anunciaram um acordo a 24 de outubro de 2014, que prevê o corte da emissão de gases causadores do efeito estufa para níveis 40% abaixo dos medidos em 1990. A meta é atingir a redução até 2030 nas 28 nações que compõem o bloco.



inovenergy
eficiência energética no sector agro-industrial

*Relevância
do Frio no
Setor Agroalimentar*

2

A indústria alimentar continua a ocupar um espaço importante na economia portuguesa. A sua importância decorre não apenas do seu peso económico, mas também da sensibilidade do "produto", uma vez que "fabrica" o que diariamente ingerimos. Esta característica torna-nos, a todos nós consumidores, especialmente sensíveis à segurança do alimento, pelo que o problema de segurança alimentar e da confiança do consumidor é hoje em dia uma das maiores preocupações da indústria.

Atualmente a indústria agroalimentar representa 25% do total da indústria portuguesa. Após a adesão de Portugal à União Europeia, a construção do mercado único em 93 obriga o setor a um esforço de harmonização de todas as regras de manuseamento, de fabrico e de apresentação, nomeadamente nas regras de rotulagem, de higiene e de aditivos.

A articulação entre a indústria e a produção, e entre a indústria e as Instituições de Ensino Superior, têm impulsionado o desenvolvimento de uma indústria mais competitiva e que cada vez mais exporta.

O setor agroalimentar é determinante para a estratégia de crescimento do país, com um contributo direto no aumento das exportações e na capacidade de garantir a autossuficiência alimentar.

Em termos económicos, o setor gera um volume de negócios de cerca de 14 mil milhões de euros, o que se consubstancia num Valor Acrescentado Bruto de cerca de três mil milhões de euros. Estes números indicam que a indústria agroalimentar é a indústria transformadora que mais contribui para a economia portuguesa, representando quase o dobro do volume de negócios da segunda indústria transformadora (a indústria metalúrgica). A indústria agroalimentar em Portugal está portanto dentro dos setores mais desenvolvidos.

As características dos produtos alimentares dependem de vários fatores intrínsecos, nomeadamente: a atividade da água (aw); a acidez (pH); o potencial de oxidação/redução (Eh); a composição química do alimento; a estrutura biológica do alimento; e as substâncias antimicrobianas naturais presentes no alimento. Por sua vez, os principais fatores extrínsecos dos produtos alimentares que afetam o crescimento microbiano são: a temperatura; a humidade relativa e a composição do meio.

A aplicação dos Regulamentos (CE) n.º 852/2004 e n.º 853/2004, fiscalizada pela Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE - Portugal), exige que os operadores do setor alimentar que realizem qualquer fase da produção,

transformação e distribuição de alimentos depois da produção primária e das operações associadas, possuam um sistema de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (HACCP – Hazards Analysis and Critical Control Points) desenvolvido pela Comissão do Codex Alimentarius, com o objetivo de manter a inocuidade dos produtos alimentares cumprindo todas as exigências legais neste âmbito.

Uma das etapas desta metodologia reside na monitorização da temperatura do ar na zona de conservação dos produtos, assim como na sua temperatura interna e a sua manutenção dentro da adequada gama de temperaturas indispensáveis à segurança alimentar dos produtos. Assim, a análise da temperatura e humidade do ar na zona de conservação dos produtos sob distintas condições do ar ambiente é relevante para ir ao encontro das normativas vigentes.

Para produtos como sejam: charcutaria, carnes frescas, legumes e marisco, a humidade relativa elevada é fundamental para assegurar a correta conservação dos produtos em termos de aspeto, paladar, odor e perda de peso. A imposição de um valor de humidade acima de 75% é essencial para evitar a desidratação do produto, mantendo todas as suas características apelativas. A evaporação da água da superfície dos produtos depende da diferença de pressão do vapor de água, assim como da redução do conteúdo de água com a temperatura.

Porém, um dos fatores intrínsecos dos produtos suscetíveis de promover o crescimento microbiológico é a aw, já que as bactérias crescem normalmente em ambientes com muita água disponível. Enquanto que a humidade relativa é a razão entre a pressão do vapor de água no ar e a pressão do vapor de água saturado à mesma temperatura, a aw é definida como a razão entre a pressão do vapor de água no produto alimentar (pv), e a pressão de vapor de água saturado (pvs), à mesma temperatura.

Os valores da aw variam entre 0 (osso seco) e 1 (água saturada). Quando o equilíbrio é atingido, a aw de uma amostra é igual à humidade relativa do ar que envolve a amostra (numa câmara de medição selada ao exterior). Assim, a aw num produto alimentar é igual à humidade relativa de equilíbrio do ambiente. Se o ar em contacto com a amostra possui uma humidade relativa menor que o valor de equilíbrio, a água migra para o ar, aumentando a sua humidade relativa e reduzindo o conteúdo de humidade da amostra, e vice-versa.

Deste modo, a humidade relativa influencia diretamente a aw do alimento. Se um alimento com baixa aw está armazenado num ambiente com humidade relativa elevada, a aw deste alimento aumenta, permitindo a multiplicação de microrganismos.

A combinação entre humidade relativa e temperatura não pode ser desprezada. Geralmente, quanto maior a temperatura de armazenagem, menor a humidade relativa, e vice-versa.

A maioria das bactérias patogénicas encontra-se controlada quando a_w é inferior a 0,85, sendo que a produção de toxinas é, na maioria dos casos, inibida para a_w inferior a 0,90. O *Staphylococcus aureus* é uma exceção, podendo crescer e produzir toxinas em alimentos com a_w inferior a 0,90.

Deve-se ter em consideração que estes valores são aproximados na medida em que diferentes solutos poderão inibir diferenciadamente o crescimento microbiano em idênticas condições de a_w . É de salientar que alguns produtos são embalados, o que dificulta a transferência de calor e de massa entre o ambiente e o produto. Adicionalmente, os produtos alimentares geralmente são embalados em atmosfera modificada.

Em ambientes com atmosfera na qual foi alterada a percentagem de dióxido de carbono (CO₂), de ozono (O₃), de oxigénio (O₂), de azoto (N₂) ou de etanol (CH₃CH₂OH) é possível retardar a multiplicação de microrganismos, sem diminuir a humidade relativa, já que são gases diretamente tóxicos para alguns microrganismos. A oxidação gerada pelo O₃ e pelo O₂ são altamente tóxicas para bactérias anaeróbias e podem ter um efeito inibidor nas bactérias aeróbias dependendo da sua concentração.

Por sua vez, o CO₂ é eficaz relativamente a microrganismos aeróbios, podendo, em concentrações elevadas, inibir outros microrganismos.

O efeito do CO₂ tende a aumentar com a diminuição da temperatura e ao dissolver-se no alimento, vai também promover a redução do seu pH. Para produtos cárneos e de charcutaria, as combinações de gases para aplicações em atmosfera modificada, variam entre os valores mínimos e máximos de: CO₂ de 15 a 75%; O₂ de 5 a 80% e de N₂ de 40 a 80%.

O pH dos produtos alimentares também influi na progressão do crescimento microbiano. A redução do pH de um alimento contribui para reduzir a capacidade de desenvolvimento microbiano.

Na tabela 1 encontram-se indicados os valores médios de pH e de a_w para as fileiras agroalimentares seguintes: carne e charcutaria (CC), peixe e marisco (PM), leite e derivados (LD), hortofrutícolas (HF), padaria e pastelaria (PP) e ovos (OV).

De salientar que os valores limite de pH e a_w em produtos de CC, contemplam desde produtos crus a produtos preparados prontos a comer, enquanto que a fileira agroalimentar de PM inclui peixe, crustáceos e moluscos.

Por sua vez, a fileira agroalimentar de HF inclui os vegetais, legumes e frutas. Produtos crus ou frescos de carne, peixe, vegetais, frutas, leite e ovos possuem valores de a_w entre 0,98 e 0,99.

Tabela 1 - Valores mínimo e máximo dos parâmetros intrínsecos, pH e a_w , de produtos de diferentes fileiras agroalimentares.

Fileira agro-alimentar	pH _{min}	pH _{max}	$a_{w,min}$	$a_{w,max}$
Carne e charcutaria (CC)	4,3	7,0	0,60	0,99
Peixe e marisco (PM)	4,8	7,0	0,98	0,99
Leite e derivados (LD)	3,8	7,4	0,60	0,99
Horto-frutícolas (HF)	1,8	7,3	0,70	0,99
Padaria e pastelaria (PP)	4,4	8,5	0,93	0,97
Ovos (OV)	6,4	9,5	0,98	0,99

Salienta-se que os produtos alimentares perecíveis são ricos do ponto de vista nutricional e que, na generalidade dos casos, não apresentam ao nível de alguns parâmetros (a_w , pH, composição química, estrutura biológica e potencial de oxidação/redução), fatores que constituam barreiras ao desenvolvimento microbiológico tornando-se assim alimentos de alto risco pela probabilidade de conterem microrganismos patogénicos, e por normalmente suportarem o seu crescimento e a formação de toxinas.

O tempo de conservação destes produtos é assim limitado. Entre os principais fatores que reduzem o prazo de validade estão a carga microbiana inicial e a temperatura de conservação. A carga microbiológica inicial torna-se num fator preponderante quando a temperatura de conservação não é adequadamente mantida.

Um aumento de poucos graus na temperatura pode resultar no crescimento de diferentes tipos de microrganismos, alguns dos quais responsáveis por alterações nas características de qualidade dos produtos, enquanto outros podem ter implicações ao nível da segurança alimentar. Para a maioria dos produtos cárneos a temperatura crítica acima da qual a segurança dos produtos e a própria qualidade pode ser comprometida é de 5 °C. O conceito de perigo em alimentos foi definido pela

O conceito de perigo em alimentos foi definido pela Comissão do Codex Alimentarius como qualquer propriedade biológica, física ou química, que possa tornar um alimento prejudicial para consumo humano.

A International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) detalhou mais em pormenor este conceito, definindo como perigo uma qualquer contaminação ou crescimento inaceitável, ou sobrevivência de bactérias em alimentos que possam afetar a sua inocuidade ou qualidade (deterioração), ou a produção ou persistência de substâncias como toxinas, enzimas ou produtos resultantes do metabolismo microbiano em alimentos.

As temperaturas de utilização variam consoante o tipo de produto e o tempo de conservação pretendido.

Os sais dissolvidos contidos na água que constitui os produtos alimentares, podem encontrar-se em maior ou menor quantidade, fazendo variar o seu ponto de congelação (normalmente situa-se entre $-2,5^{\circ}\text{C}$ e $-0,5^{\circ}\text{C}$).

A utilização de temperaturas superiores ao ponto de congelação designa-se de refrigeração, e quando as temperaturas se encontram abaixo daquele ponto designa-se por congelação.

Em relação a temperaturas acima do ponto de congelação, a utilização de temperaturas positivas tem especial interesse na conservação de produtos vegetais. A gama de temperaturas é variável assim como os tempos de conservação. A refrigeração de produtos de origem animal pretende prolongar a qualidade inicial dos produtos (como por exemplo a refrigeração imediata do peixe após captura, ou dos laticínios em geral), e intervir como fator adjuvante tecnológico promovendo transformações de natureza bioquímica (como por exemplo a cura do queijo ou de produtos de salsicharia).

Não se considera de todo viável o armazenamento de produtos cárneos ou vegetais, peixes ou laticínios, no mesmo tipo de câmara de refrigeração.

Relativamente à utilização de temperaturas abaixo do ponto de congelação, esta apresenta relevância quando se pretende conservar alimentos por longos períodos de tempo.

Distinta da refrigeração, que à partida não provoca quaisquer modificações a não ser pequenas desidratações, a congelação apresenta uma ação mais marcante introduzindo alterações que poderão ser irreversíveis.

Se o processo de congelação for lento, formam-se grandes cristais fora das células e em número reduzido, que as comprimem e danificam. (Fig.1)

Uma congelação rápida provoca um maior número de cristais e de reduzida dimensão, disseminados no próprio protoplasma celular.

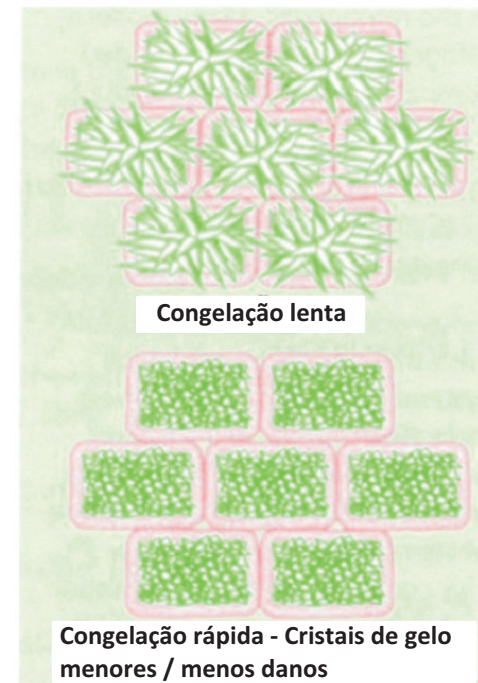


Figura 1 - Formação de cristais de gelo durante a congelação.



inovenergy
eficiência energética no sector agro-industrial

*Âmbito e
Objetivos*

3

O presente manual foi elaborado no âmbito do projeto SIAC nº 18642 designado de INOVENERGY – Eficiência Energética no Setor Agroindustrial.

Definido como projeto-âncora no âmbito da Estratégia de Eficiência Coletiva do Cluster Agroindustrial do Centro e financiado pelo Ministério da Economia, o InovEnergy tem como objetivo caracterizar em termos energéticos, unidades industriais do setor agroalimentar utilizadoras de frio e ou calor, e desenvolver soluções que promovam a eficiência energética dessas unidades melhorando a qualidade do ambiente e o aumento da competitividade do setor.

As principais motivações deste projeto prendem-se com os elevados consumos energéticos no setor agroalimentar e com uma margem elevada de progresso e de ganhos potenciais.

As indústrias agroalimentares são na sua maioria micro e pequenas empresas e apenas uma pequena percentagem (cerca de 10%) estão regulamentadas pelo SGCIE (Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia). As restantes 90% dessas indústrias, não aplicam qualquer regulamentação para incentivar a eficiência energética.

Distribuídas pelo território nacional, instituições de renome integram este projeto. Formou-se uma equipa multidisciplinar que permite assegurar uma abordagem holística à problemática da eficiência energética no setor das indústrias agroalimentares. Constituída por 8 instituições com ligações aos domínios de conhecimento e às fileiras do projeto, desenvolveram esforços como parceiros:

- Instituto Politécnico de Castelo Branco;
- Universidade da Beira Interior;
- Instituto Politécnico de Bragança;
- Instituto Politécnico de Portalegre;
- Instituto Politécnico de Viana do Castelo;
- Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial;
- Animaforum - Cluster Agroindustrial do Ribatejo;
- Instituto de Soldadura e Qualidade.

O presente manual pretende dar a conhecer a problemática do consumo excessivo de energia e das suas repercussões em termos económicos e ambientais, salientar as principais políticas com vista à eficiência energética, apresentar os principais resultados do projeto InovEnergy como as características das empresas e dos seus sistemas de frio, os consumos de energia, o consumo específico de energia, a desagregação de consumos de energia, e evidenciar medidas de eficiência energética.



Para caracterizar o setor agroalimentar, selecionaram-se as seis principais fileiras, que abaixo são indicadas:

- Carne;
- Distribuição;
- Hortofrutícolas;
- Lacticínios;
- Peixe;
- Vinhos.

Dentro destas fileiras estudaram-se, in loco, 252 empresas.

O processo de recolha de dados iniciou-se com a realização de visitas às empresas alvo de estudo, e com o preenchimento de um inquérito por empresa. Concluída a recolha, os dados foram introduzidos numa ferramenta online construída para esse efeito.

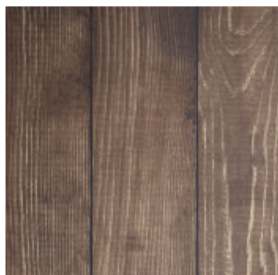
Os dados foram posteriormente tratados e analisados estatisticamente.

Do conjunto destas empresas cada parceiro selecionou 12 (2 por fileira), para a realização de auditorias energéticas.

No decurso das auditorias, foram analisadas as instalações, identificados os grandes consumidores de energia das empresas, analisado o perfil de consumo de energia elétrica e de combustíveis, detetadas ineficiências energéticas e avaliadas as principais medidas de eficiência energética a adotar. Elaborou-se então o relatório final de cada auditoria.

Com os resultados obtidos elaborou-se um modelo matemático, com base nas principais variáveis, que nos permitiu construir uma ferramenta para avaliação do desempenho energético das empresas típicas de cada fileira.





Fileira da Carne

Nos estabelecimentos da fileira da carne a refrigeração permite a conservação dos produtos no estado refrigerado e congelado, para conseguir manter as propriedades organoléticas e um maior tempo de vida de comercialização dos mesmos. Ela também é utilizada como uma "ferramenta" para a realização da transformação de matérias-primas em produtos com maior valor acrescentado, como sejam os enchidos e os presuntos.

Nesta fileira, encontramos três processos de fabrico de produtos distintos: fabrico de carcaças, enchidos e presunto. Cada um deles é constituído por um conjunto de fases com gamas de frio distintas. De entre essas gamas de temperaturas, destaca-se, 12°C para a climatização das salas de fabrico, entre 0 a 6°C para a refrigeração e maturação de carne, -18°C para a congelação, 8 a 12°C para os processos de cura e entre 12 a 26°C para o processo de estufagem.

Nos matadouros, a entrada das carcaças na cadeia do frio é realizada imediatamente à inspeção post-mortem. O arrefecimento rápido das carcaças é a primeira fase e ocorre até à obtenção de 7°C no centro térmico e 4°C para as miudezas. Este processo é em geral realizado em túneis de arrefecimento rápido ou em câmaras de duplo regime onde se utilizam temperaturas inferiores ou iguais a 0°C, velocidades do ar elevadas e humidades relativas entre 85 a 95%. Posteriormente as carcaças estabilizam em câmaras com temperaturas entre 0 a 2°C, velocidades do ar mais baixas e humidades relativas do ar elevadas para não haver perda de peso. A conservação das carcaças em estado congelado é feita à temperatura de -18°C.

Os principais sistemas de frio, usados nestes estabelecimentos são as centrais de frio positivo e negativo e os sistemas individuais de produção de frio.

Nas salsicharias, o frio é utilizado logo no processo de receção das carnes, sendo estas colocadas em câmaras de refrigeração (0 a 2°C) ou congelação (-18°C). Segue-se o corte, mistura e salga das carnes em salas de fabrico a uma temperatura de 12°C (climatização) e posteriormente a sua maturação em câmaras com temperatura entre 1 a 6°C e humidade compreendida entre 85 a 90%.

Depois do enchimento os enchidos são submetidos às fases de estufagem e secagem com temperaturas de 25 a 26°C e humidade relativa de 65 a 80% para o processo artificial, e temperaturas de 45 a 65°C, para o processo natural (lenha de azinho). Posteriormente os enchidos são colocados em câmaras de atmosfera controlada, dotadas de unidades de secagem ou mini-unidades de tratamento do ar, onde sofrem a última fase de secagem ou afinação a temperaturas compreendidas entre 12 a 14°C e humidades relativas entre 60 a 70%, durante 2 a 3 dias.

O processo de fabrico dos enchidos tem uma duração de 7 a 10 dias para produtos finos e algumas semanas quando se tratam de produtos grossos.

No fabrico destes produtos são utilizados vários tipos de sistemas de frio, nomeadamente, centrais e sistemas individuais de frio, sistemas compactos com predominância para as unidades de condensação e mini-unidades de tratamento do ar.

Nas indústrias de fabrico artificial de presunto, é efetuado um forte controlo da temperatura, humidade relativa e velocidade do ar nas diferentes fases do processo. O processo inicia-se com a receção das pernas de suíno refrigeradas ou congeladas, podendo estas ser conservadas em câmaras de refrigeração e de congelação, ou ir diretamente para a linha de fabrico, obrigando estas últimas a passar por um processo de descongelação entre 24 a 48 horas em câmaras à temperatura de 4°C. Posteriormente, segue-se a fase da salga (2 a 4°C e 85 a 90%), lavagem dos presuntos (12°C), pós-salga (5 a 6°C e 85%), secagem (até 14°C e 75%), estufagem (subida gradual da temperatura até a uma temperatura de 26°C e humidade relativa próxima dos 76%, a estabilização final (14 a 15°C e 75%) e finalmente a conservação e expedição.

O ciclo completo de fabrico do presunto é demorado, podendo este ir desde 6 meses até próximo de um ano, consoante o tipo de características organoléticas que se pretendem atribuir ao produto final.

Para além dos sistemas de produção de frio utilizadas pelas salsicharias, estas indústrias por serem de maior dimensão e tratarem maiores quantidades de produtos utilizam ainda sistemas de refrigeração indiretos ou secundários (água gelada ou água + glicol), usados na climatização de salas de fabrico e corredores e em salas de conservação e salga, e as unidades de tratamento de ar usadas na secagem e estufagem do presunto.

Fileira dos Laticínios

Na fileira dos laticínios o frio é utilizado para arrefecimento do leite durante o seu transporte em cisternas isotérmicas, à chegada da fábrica e posteriormente na sua conservação em depósitos (4°C), para assim manter as suas propriedades e evitando a propagação de bactérias. Nos estabelecimentos desta fileira, nomeadamente no fabrico de queijos tradicionais, o processo de fabrico engloba uma sucessão de fases onde a maioria delas utiliza o frio. A maioria dos estabelecimentos utiliza o leite cru, e o processo de fabrico engloba a receção do leite, filtração/clarificação, arrefecimento (4°C), fabrico do queijo (coagulação do leite nas cubas (26 a 28°C), corte da coalhada, dessoramento, enformagem, e prensagem (2 a 2,5 horas), salga manual ou em tanque

de água fria, cura de 1.ª fase (6 a 8°C e humidades relativas 92 a 98% durante 10 a 15 dias) cura de 2.ª fase (12 a 16°C e humidades relativas 75 a 85%, durante 15 a 20 dias, embalagem, conservação e expedição. O tempo médio de fabrico do queijo tem a duração entre 30 a 45 dias.

Os sistemas de refrigeração utilizados nesta fileira são semelhantes aos sistemas utilizados na fileira da carne, ou seja, verifica-se a existência de centrais de frio positivo e negativo e os sistemas individuais de produção de frio, e ainda sistemas de refrigeração indiretos ou secundários (água gelada ou água + glicol).

Fileira das Hortofrutícolas

Na fileira dos hortofrutícolas os produtos devem ser mantidos em boas condições o maior tempo possível. O frio ajuda a manter as frutas e legumes em condições adequadas até ao processamento ou consumo.

Nesta fileira encontramos duas categorias de indústrias. Na primeira estão incluídas as indústrias que desenvolvem uma atividade de revenda de produtos, isto é, adquirem produtos já refrigerados e conservam-nos nas suas instalações sujeitas a refrigeração (0 a 4°C) ou congelação (-18°C) e depois vendem-nos aos consumidores, principalmente, proprietários de pequenas lojas. Na segunda categoria encontramos centrais de frutas de produtores ou de cooperativas agrícolas. Estas unidades recebem a fruta vinda dos pomares, efetuam o controlo de qualidade e a traçabilidade e o pré-arrefecimento dos produtos a temperaturas entre os 0 a 10°C, durante períodos curtos de tempo.

Depois preparam-na para embalamento ou em caixas mantendo-se em conservação por períodos de tempo curtos, em câmaras de refrigeração normal, a temperaturas entre os 0 a 2°C, ou por períodos longos em câmaras de atmosfera controlada. Neste tipo de atividade as instalações frigoríficas devem estar bem desenhadas para a manutenção de elevadas humidades relativas no interior das câmaras de refrigeração, para que os produtos não se desidratem e percam qualidades nutricionais e peso (os saltos térmicos dos evaporadores devem ser baixos, entre 4 a 6°C).

Os sistemas de refrigeração mais utilizados são as centrais e sistemas individuais de produção de frio, centrais compactas e sistemas de arrefecimento indiretos ou secundários de água gelada. É frequente o uso do processo de descongelação dos evaporadores por meio de água.

Fileira da Distribuição

Na fileira da Distribuição, o frio é utilizado para manter os alimentos conservados a temperaturas adequadas evitando a sua degradação. Como normalmente nesta fileira não existe processo de transformação, o frio é utilizado nas câmaras de refrigeração, câmaras de congelação e nos meios transporte para conservação dos produtos. Os níveis de temperatura utilizados dependem do tipo de produtos conservados, estando compreendidos entre os 0 a 4°C, para produtos refrigerados e -18°C, para produtos congelados.

Os principais sistemas de refrigeração utilizados nesta fileira são as centrais e sistemas individuais de produção de frio.

Fileira dos Vinhos

Na fileira dos vinhos a utilização de sistemas de refrigeração é necessária em várias etapas, sendo que se destacam, o choque térmico à entrada das uvas no lagar, com temperaturas inferiores a 5°C, responsável pela inibição da maior parte dos agentes biológicos passíveis de iniciar algum tipo de atividade, e estabilização dos mostos para controlar a fermentação. O desenvolvimento favorável da bactéria láctica requer o arrefecimento ou aquecimento a temperaturas entre os 20 e os 22°C.

Feita a fermentação o vinho é estabilizado a uma temperatura que pode oscilar entre os -2 e os 16°C consoante o tipo de vinho, os aditivos, e os aromas a manter. No pré engarrafamento também pode ser feito arrefecimento. O frio age como catalisador à formação de precipitados que são posteriormente removidos.

A refrigeração também é usada para acelerar o processo de envelhecimento do vinho, fazendo com que os sedimentos se precipitem.

Para o efeito, são usados métodos que arrefecem o vinho até próximo do seu ponto de congelação e mantêm-no a essas temperaturas durante algumas semanas. Durante o envelhecimento o vinho permanece em grandes depósitos e pode ser arrefecido através de três processos: i) mediante a colocação de serpentinas de expansão direta ou de salmoura dentro dos tanques; ii) utilização de um arrefecedor externo (tanque de água gelada) com a utilização de permutadores de calor de duplo tubo ou de tubos e carcaça.

O vinho é bombeado desde o tanque e passa no permutador de calor, onde é arrefecido retornando ao tanque; iii) os tanques de vinho são colocados numa sala refrigerada à temperatura de envelhecimento desejada. A temperatura requerida depende do tipo de vinho e se este se envelhece com temperaturas acima ou abaixo do ponto de congelação. Vinhos secos congelam-se a temperaturas entre -6,7°C e -5,6°C e vinhos doces entre -14°C e -11°C.

Também aos vinhos espumosos é aplicado um processo de envelhecimento final do vinho engarrafado. Este método consiste no congelamento do vinho com a garrafa colocada com a boca para baixo para os sedimentos congelarem e ficarem agarrados à rolha, que depois é substituída.

Durante o período de conservação, é muito importante que a temperatura permaneça constante dentro do intervalo de temperatura ideal, entre 12 e 18°C.

Fileira dos Peixes

No caso da fileira dos peixes o frio é essencialmente usado para conservar o peixe comprado na lota, em câmaras de refrigeração (0 a 2°C) ou então para realizar o congelamento rápido em túneis de congelamento para ser posteriormente conservado em câmaras de baixas temperaturas (-18 a -20°C).

A refrigeração é também indispensável nas indústrias transformadoras de pescado nomeadamente, naquelas que processam peixe congelado, onde predominam as salas de fabrico refrigeradas (12°C) e posterior conservação em câmaras de congelação (-18°C).

Outro processo de transformação do pescado é o fabrico do bacalhau salgado seco. Neste processo predominam várias fases, nomeadamente a receção do bacalhau congelado (-18°C), conservação do mesmo por períodos não superiores a 6 meses, descongelação em água durante um período inferior a 12 horas, salga em tinas de salmoura durante um período mínimo de 8 dias a uma temperatura não superior a 10°C. Posteriormente os peixes são colocados em pilhas de forma a permitir que a salmoura residual escorra, permanecendo assim, pelo menos durante 13 dias, colocam-se numa câmara de refrigeração à temperatura de 2 a 4°C, maturam em câmaras de refrigeração durante 15 a 20 dias, são lavados, escorridos durante 24 horas, a secagem é feita em secadores munidos de unidades de tratamento do ar, com um controlo da temperatura e velocidade do ar, onde as temperaturas não superam os 22°C.

Segue-se a seleção, embalagem, conservação em câmaras de refrigeração, por períodos inferiores a 12 meses e finalmente a expedição.

Existem vários métodos para arrefecer o pescado, destacando-se, mistura de gelo com água do mar, arrefecimento de água em tanques com recirculação através de permutadores, refrigeração de câmaras de refrigeração com centrais ou sistemas individuais de produção de frio, túneis de congelamento rápido e unidades de tratamento do ar para a secagem do bacalhau.



inovenergy
eficiência energética no sector agro-industrial

*Perfil de
Consumo
por fileira*

6

No presente capítulo efetuam-se referências às várias fileiras abreviando-se algumas delas com o seguinte designação, a saber: Hortof. - Hortofrutícolas; Latic, – Laticínios; Distrib. – Distribuição.

O consumo anual de energia elétrica por empresa, mais significativo é atribuído há fileira da Carne e na fileira das Hortofrutícolas é onde se registam os menores consumos médios de energia elétrica por ano [Gráfico 1].

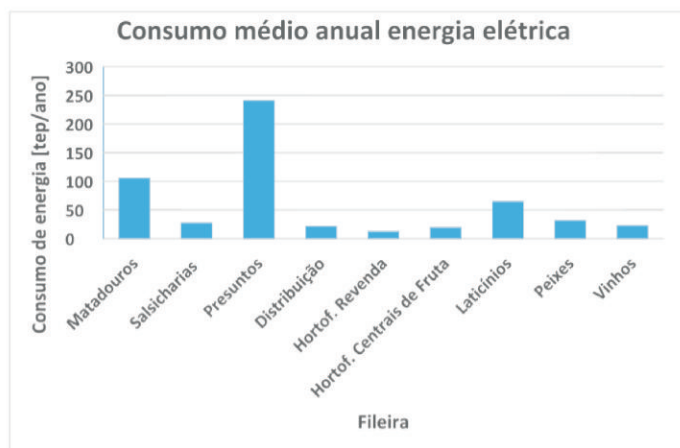


Gráfico 1 - Consumo médio anual de energia elétrica nas fileiras agroalimentares.

No que concerne ao consumo médio anual de combustíveis, as fileiras da Carne e dos Laticínios encontram-se na linha da frente deste tipo de consumo. Na fileira das Hortofrutícolas o consumo de combustíveis é nulo [Gráfico 2].

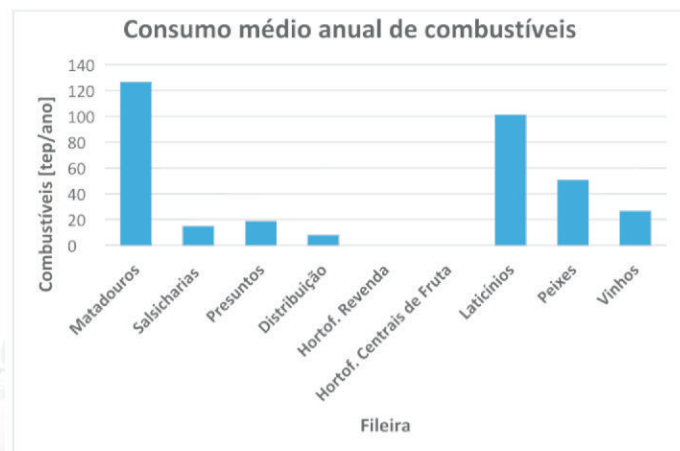


Gráfico 2 - Consumo médio anual de combustíveis nas fileiras agroalimentares.

A energia elétrica é de facto a mais consumida nas fileiras em análise, e o consumo de combustíveis apresenta relevância na fileira das Carnes e dos Laticínios [Gráfico 3].

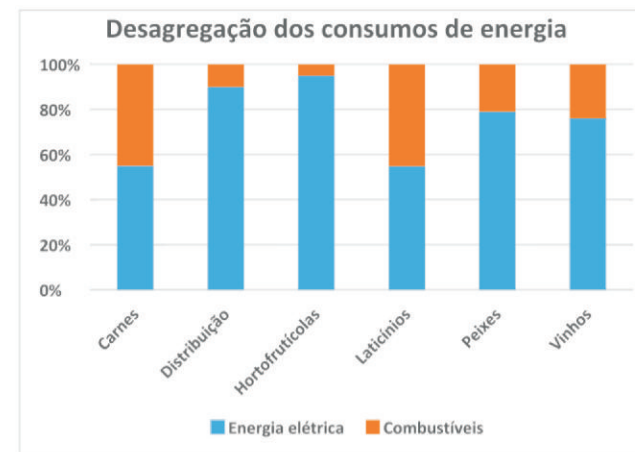


Gráfico 3 - Desagregação dos consumos de energia nas fileiras agroalimentares.

As fileiras da Distribuição e dos Vinhos apresentam um Consumo Específico (CE) de energia elétrica mais baixo, sendo atribuído o valor mais elevado às indústrias de Presuntos da fileira da carne [Gráfico 4].

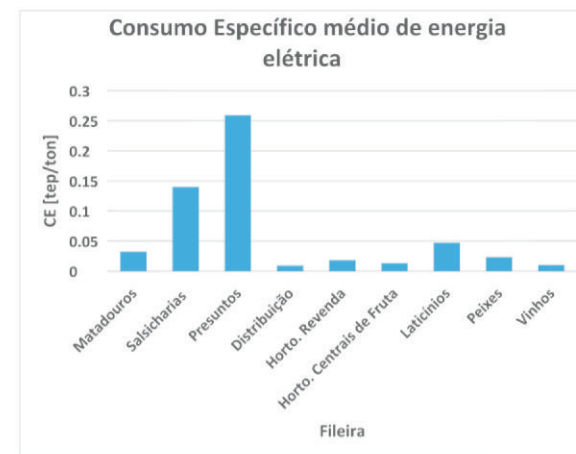


Gráfico 4 - Consumo específico de energia elétrica nas fileiras agroalimentares.

Predominam os sistemas de refrigeração constituídos por centrais frigoríficas e unidades individuais de expansão direta. Os sistemas de circuito indireto ou secundário, são relevantes na fileira dos Vinhos [Gráfico 5].

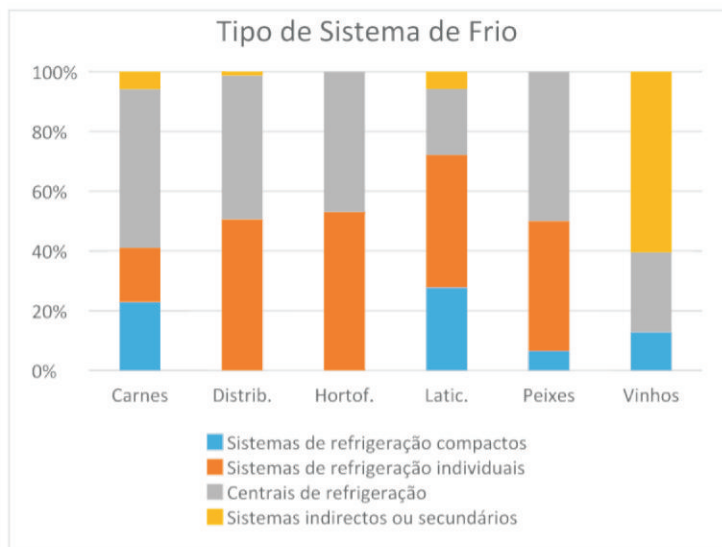


Gráfico 5 - Tipo de sistema de frio nas fileiras agroalimentares.



A eficiência energética pode oferecer poupanças a vários níveis como, redução de custos energéticos, redução de custos de manutenção, melhoria da segurança, aumento da produtividade, aumento da competitividade e melhoria do ambiente.

Ao longo deste projeto e através do contacto com as empresas, foram sendo detetadas algumas ineficiências para as quais é possível sugerir algumas melhorias.

7.1 Ao nível das Infraestruturas

As envolventes das infraestruturas incluindo a cobertura são da maior relevância em termos de eficiência energética. Envolventes que facilitem a entrada de calor para o seu interior só contribuem para aumentar os consumos de energia elétrica dos sistemas de refrigeração que são usados para refrigerar e climatizar os espaços interiores.

No presente estudo encontramos um elevado número de empresas com envolventes construídas com materiais elevada condutividade térmica e com paredes de espessura reduzida.

Mesmo aquelas que utilizam materiais bons isolantes nas envolventes, como os painéis de poliuretano, estes apresentam espessuras reduzidas (60 mm).

Outro aspeto bastante penalizador em termos térmicos são os materiais usados nas coberturas, que em muitos casos são de chapas de fibrocimento, chapas metálicas e outros tipos de telhas. A agravar esta situação, as infraestruturas possuem desvãos fechados, que por intermédio do efeito de estufa proporcionam a obtenção de temperaturas elevadas nesses espaços (entre 55°C e 60°C). Este fator é bastante penalizador, porque aquece o interior das infraestruturas, para além dos graves prejuízos térmicos para todos os equipamentos de frio e condutas que são instalados no interior do desvão.

Nesse sentido, como melhorias eficientes sugere-se a escolha de bons materiais isolantes, quer para as envolventes e a cobertura e efetuar bons arejamentos dos desvãos ou sótãos. Como sugestão para as instalações novas deve-se usar painéis de poliuretano com espessuras nunca inferiores a 100 mm e para a cobertura, painéis de poliuretano de 40 mm ou mais. Para as instalações já construídas, poderão ser melhorados os isolamentos com a projeção de materiais de poliuretano projetado

sobre as paredes e as coberturas, no lado interior das instalações.

O projeto das infraestruturas também deve ser cuidado e estar preparado para implementar o processo produtivo. Neste sentido, devem englobar todos os compartimentos necessários, com as dimensões adequadas e nunca sobredimensionados. Quanto maior for a área do edifício ou a sua volumetria maiores são as cargas térmicas geradas e por conseguinte maiores as potências frigoríficas necessárias para as superar. Também se deve dar uma atenção particular aos acessos, portas, cais de carga e descarga e respetivas vidraças. Cada um destes elementos deve estar bem isolado do exterior para impedir a entrada de calor, e por conseguinte quanto menor for o seu número melhor.

Outro fator importante é isolar as zonas quentes, como salas de fabrico e outras zonas de geradores de calor, das zonas frias para evitar o aumento das cargas térmicas dos espaços a refrigerar.

Recomenda-se o uso de iluminação fluorescente, balastros eletrónicos e leds e sempre que possível, o uso de detetores de presença no interior das infraestruturas.

Ao nível das Câmaras de refrigeração

7.2

Em fase de projeto, a localização adequada das câmaras de refrigeração é um aspeto da maior importância. Estas devem estar viradas a Norte de modo a estarem sujeitas a uma exposição solar e a receber calor por condução e radiação.

As paredes das câmaras devem ser construídas de materiais bons isolantes, como sejam, os painéis de poliuretano e possuir uma espessura adequada para as condições ambientais onde se encontram instaladas. No decorrer deste estudo encontrámos câmaras de refrigeração construídas em painéis de poliuretano com espessuras reduzidas (60 mm) em zonas de temperaturas exteriores elevadas. Recomenda-se que as câmaras de refrigeração construídas em painéis de poliuretano possuam uma espessura de 100 mm para refrigerados e 120 mm para congelados.

Por uma questão de economia de energia, as portas das câmaras frigoríficas devem permanecer fechadas o máximo de tempo possível.

As luzes internas da câmara de refrigeração deverão ser apagadas quando estas não estiverem a ser utilizadas. Uma outra opção consiste em utilizar controladores eletrónicos de iluminação. A substituição da iluminação de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, ou leds, permitem economias de energia elétrica na iluminação de 70 a 80%.

As portas devem estar bem isoladas com ótimas vedações, pelo que a substituição de borrachas das portas das câmaras assim como a sua verificação periódica contribuem para a redução de custos de energia.

O uso de cortinas de ar ou de fitas plásticas são uma boa forma de evitar a saída do ar frio do interior das câmaras, eliminando a necessidade constante de reposição de frio, reduzindo o consumo de energia. Estas medidas juntamente com portas das câmaras de refrigeração bem isoladas permitem a obtenção de poupanças de energia de 2 a 5%.

A existência de antecâmaras climatizadas junto às câmaras de refrigeração evita perdas de ar frio, reduzindo o consumo de energia pelos sistemas de produção de frio. A distribuição correta dos produtos dentro da câmara de refrigeração (estiva correta), é indispensável para o arrefecimento uniforme dos produtos, e não simplesmente depositá-los sem critério.

Os sistemas de refrigeração são dimensionados para trabalharem à carga nominal, pelo que a utilização de câmaras com carga parcial promovem o desperdício de energia. Mas, ultrapassar a capacidade máxima de armazenamento dos produtos.

A colocação de produtos dentro das câmaras muito próxima das entradas de ar frio nos evaporadores deve ser evitada a fim de permitir uma boa entrada desse ar. É de todo importante não obstruir a circulação do ar na saída dos evaporadores. Caso isso ocorra, além de não garantir a uniformidade da temperatura no interior da câmara, provocará maior acumulação de gelo no evaporador. É importante saber que esse gelo excessivo impede o sistema de refrigeração de funcionar com 100% de eficiência.

7.3 Sistemas de Produção de Frio

Os sistemas de refrigeração são os principais elementos da maioria das empresas agroalimentares. Eles são constituídos fundamentalmente por quatro componentes: compressor, condensador, válvula de expansão e evaporador. Para que eles possam funcionar corretamente têm que estar bem dimensionados, isto é, têm que ter capacidades técnicas e dimensões geométricas que possibilitem o funcionamento regular e em equilíbrio termodinâmico. Na figura 2 apresenta-se uma representação simples do ciclo de refrigeração.

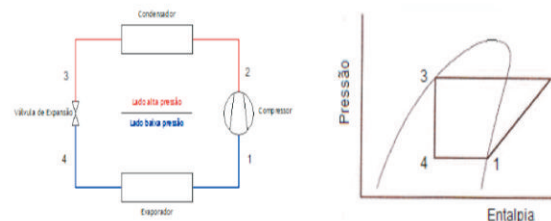


Figura 2 - Esquema do sistema de produção de frio teórico

Para além da necessidade de se conhecer a capacidade do sistema de refrigeração para superar as cargas térmicas que se desenvolvem nas câmaras de refrigeração ou nos depósitos de fluidos, é fundamental construir um bom desenho da instalação frigorífica. Nesta fase deve ter-se em consideração, a localização dos diferentes acessórios da instalação, o comprimento das condutas e respetivas curvaturas, o isolamento das canalizações e instalação dos acessórios indispensáveis para o bom funcionamento e monitorização e manutenção (pressostatos de alta e baixa pressão, filtros secadores e de partículas, manómetros de alta e baixa pressão, depósitos de refrigerante, purgadores de ar, acessórios de anti vibrações, entre outros), para o fluido se deslocar com velocidades corretas e garantir o retorno do óleo ao compressor para que este tenha uma vida útil longa.

Para melhorar a eficiência energética nos sistemas de refrigeração, podem ser implementadas as seguintes ações:

- Utilizar sistemas de refrigeração para cada nível ou gamas de temperaturas, isto é, com um único nível de aspiração (climatização, refrigeração e congelação). Com esta ação pode-se atingir níveis de poupança de energia próximo dos 20%;
- Como o compressor só funciona com fluido no estado de vapor, deve-se garantir essa condição, através de um pequeno sobreaquecimento. As condutas que vêm desde os evaporadores até ao compressor devem estar bem isoladas para evitar sobreaquecimentos elevados, que penalizam a eficiência do ciclo frigorífico. Consegue-se poupanças de energia de 1 a 1,5%;
- Evitar condutas do fluido frigorígeno com comprimentos longos e com muitas curvaturas e selecionar corretamente o diâmetro das condutas de aspiração (diâmetro maior). Pode-se atingir poupanças de energia entre 1,5 a 2,5%.
- Utilizar a carga ótima do fluido frigorígeno no sistema (evitar fugas). Atingem-se poupanças de energia de 1 a 4%.
- Mudar de refrigerante tradicional por um ecológico. São possíveis poupanças de energia de 10 a 15%.
- Substituir os sistemas de refrigeração, com mais de 10 anos, principalmente compressores antigos por outros novos com motores de alta eficiência. Consegue-se poupanças de energia, entre 30 a 40%.

- Instalar os condensadores em locais arejados, à sombra, se possível virados a norte e com uma boa manutenção (limpeza). Com a redução de 1°C da temperatura de condensação é possível poupar-se 2 a 3% de energia. Outro aspeto importante, é utilizar condensadores bem dimensionados, se possível sobredimensionados, pois para além de promover a diminuição da temperatura de condensação ainda proporciona um ligeiro sub-arrefecimento do fluido refrigerante originando uma poupança de energia de 1 a 4% de energia. Nunca colocar estes equipamentos em locais fechados ou em sótãos quentes, pois estas condições penalizam fortemente os consumos de energia.

- Se possível, nomeadamente, nas médias ou grandes instalações, utilizar sistemas com a pressão de condensação flutuante (poupanças de energia até 30%) ou utilizar condensadores evaporativos, que permitem poupanças de energia entre 6 a 12%.

- Realizar o descongelamento dos evaporadores regularmente, e se possível com água (para temperaturas positivas) ou com gás quente. Estes métodos de descongelamento dos evaporadores permitem obter poupanças de 5 a 10%.

- Utilizar a temperatura de operação o mais adequada possível para se poder utilizar temperaturas de evaporação mais altas, pois por cada 1°C de elevação desta temperatura obtemos uma economia de energia entre 2 a 4%. A utilização de válvulas eletrónicas em vez de válvulas termostáticas permite a obtenção de uma economia de energia até 20%. A desvantagem é que estes equipamentos são onerosos.

- Os sistemas secundários (água gelada ou bancos de gelo) são uma opção muito interessante para as situações em que se pretende arrefecer várias câmaras de refrigeração com um nível de temperatura idêntica, geralmente positiva. Para o efeito estes sistemas não devem estar subdimensionados, os tanques de água devem estar bem isolados e à sombra e as condutas bem isoladas.

- Utilizar variadores de velocidade nos motores dos compressores e ventiladores (VFD-Variable Frequency Drives), pois permitem economias de energia entre 30 a 70%.

- Utilizar instrumentos digitais para controlo dos equipamentos de refrigeração como pressostatos, termostatos, bem como softwares de gestão à distância, pois estes contribuem para economizar energia elétrica e reduzir os custos operacionais dos equipamentos, além de proporcionar facilidades na programação de manutenção preventiva e preditiva. Esta medida pode alcançar uma economia de energia de 9%.

- Recuperar o calor libertado na operação de condensação para aquecimento de água, que poderão servir para realizar o descongelamento dos evaporadores (fileira das hortofrutícolas) ou para utilizar como águas quentes sanitárias ou aquecimento de ambientes. Pode-se atingir poupanças de energia de 12%.

- Implementar um plano de gestão energética, pois esta medida contribui para alcançar uma poupança de energia elétrica de 13% da energia total consumida da empresa.

As decisões de substituição de equipamentos são de uma importância crítica para a empresa, pois são em geral irreversíveis. Existem várias razões não exclusivas entre si que tornam económica a substituição de equipamentos. A deterioração é uma dessas causas, e manifesta-se por custos operacionais excessivos e custos de manutenção crescente. Recomenda-se a substituição dos equipamentos com elevado tempo de operação, ou quando os equipamentos percam a capacidade de operar eficientemente, isto é, se tornem inadequados.

Não deve ser descurada a qualificação dos profissionais de manutenção (os seus conhecimentos, certificações, etc.), porque equipamentos caros como são os da área de refrigeração, merecem toda a atenção para que funcionem de forma eficiente, sem perda de fluido que também promove a degradação do ambiente favorecendo o aquecimento global, sem perda de frio que aumenta o consumo de energia, e promove a perda de produtos. Em suma, prejuízo para a empresa.

Ar Comprimido

7.4

Sendo o ar comprimido a segunda forma de energia mais utilizada na indústria transformadora, é a mais cara de todas e normalmente a mais deficientemente tratada. Talvez pelo facto de o ar ser captado à atmosfera acabe por ludibriar os intervenientes nas empresas porque a matéria-prima é gratuita, descurando que há um motor elétrico a funcionar na unidade compressora e um contador de energia a contabilizar e a faturar.

Este tipo de sistema deve encontrar-se o mais próximo das áreas de maior consumo. O local deve ainda ser ventilado evitando que o calor libertado por alguns dos aparelhos que compõem este sistema seja projetado para outros equipamentos. Embora saibamos que determinadas fugas de ar comprimido são inevitáveis

algumas pertencem ao princípio de funcionamento como é o caso da instrumentação pneumática) e que é impossível eliminá-las a 100%, a detecção e reparação de fugas de ar comprimido deve ser feita com regularidade.

A verificação regular do correto funcionamento dos equipamentos e ferramentas pneumáticas, como por exemplo a simples troca dos filtros (ar, óleo, respiro do cárter), além de trazer fiabilidade ao sistema também diminui o consumo de energia elétrica, pois a obstrução dos filtros provoca queda da pressão e consequentemente os compressores trabalham sobrecarregados para realizar o mesmo trabalho. O cumprimento dos prazos de manutenção é de todo recomendado.

Em perfis cujo consumo apresente alguma irregularidade e intermitência, a aplicação de compressores com variador de velocidade poderá ter grandes vantagens. A quantidade de ar necessária que o compressor irá produzir é ajustada às necessidades da instalação fabril, garantindo estabilidade na pressão da rede.

A correta utilização final do ar comprimido, que consiste na manutenção correta dos equipamentos e principalmente na educação das pessoas que trabalham diretamente com este tipo de equipamentos, é fundamental para se ter um sistema funcional e económico.

Uma das principais medidas é a seleção adequada do compressor, em termos de pressão e de caudal de ar. O compressor deve, se possível, possuir arrancador suave, variador de velocidade (VSD), não trabalhar em vazio, e trabalhar com o ar seco.

7.5 Geradores de Vapor / Águas Quentes

A verificação regular dos parâmetros de funcionamento destes equipamentos é fundamental para o seu bom desempenho, aumentando o seu tempo de vida, e reduzindo o consumo de combustível. Recomendam-se inspeções regulares porque a execução de algumas manobras como, a regulação de combustão da caldeira ou a limpeza das superfícies de aquecimento, poderá traduzir-se em poupanças energéticas.

O sistema de alimentação de combustível deve garantir que este chegue ao queimador nas condições adequadas, quer em quantidade quer em condições de temperatura e pressão para uma boa atomização e mistura com o ar (combustíveis líquidos e gasosos). Recomenda-se a leitura da legislação em vigor.

Caraterísticas dos Consumos de Energia Elétrica 7.6

Atendendo aos preços atuais da energia, é de todo conveniente ser efetuada uma análise sistemática das faturas de energia. Essa análise pode iniciar a perceção das causas que originam um menor ou maior consumo de energia, e detetar irregularidades no fator de potência que provocam consumo de energia reativa e logo uma aumento significativo no valor final das faturas. Para compensar estas irregularidades recomenda-se o recurso a baterias de condensadores. Se se pretender apurar com detalhe os consumos de energia desagregados poderá ser efetuada uma auditoria energética.

Com o objetivo de se usufruir do menor valor possível por unidade de energia, a consulta regular aos vários operadores/ fornecedores que prestam este tipo de serviço deve ser uma prática comum na empresa. A seleção de um tarifário adequado ao perfil de consumo da empresa representa uma mais-valia, e sempre que possível, o maior consumo de energia deve ser verificado nas horas em que a esta for menos dispendiosa. Neste caso deve adequar-se o tarifário ao perfil de produção da empresa.

Aproveitamento de Energias Renováveis 7.7

Sempre que possível, o recurso a energias renováveis pode ser pertinente.

A Biomassa trata-se do aproveitamento energético da floresta e dos seus resíduos, bem como dos resíduos da agropecuária, da indústria alimentar ou dos resultantes do tratamento de efluentes domésticos e industriais. Ao contrário das fontes fósseis de energia, como o petróleo e o carvão mineral, a biomassa é renovável em curto intervalo de tempo. A partir da biomassa pode produzir-se biogás e biodiesel. Este tipo de combustível pode ser usado em caldeiras para produção de águas quentes ou vapor sobreaquecido, que por sua vez pode ser aplicado em sistemas de cogeração (produção de energia elétrica e energia térmica).

Atendendo aos bons rendimentos destes sistemas é uma boa opção para quem necessite destes dois tipos de energia.

A energia solar térmica tem um enorme potencial de aproveitamento e muito pouco aproveitado no setor industrial. Consiste no aproveitamento da energia emitida pelo sol e na sua transformação em calor, ideal para aquecimento de águas.

Tem a capacidade de providenciar de forma natural e económica, parte do calor que a empresa necessita. Sendo esta a mais comum, existem ainda outras utilizações deste tipo de energia, como a utilização em máquinas de refrigeração que utilizam o calor para a produção do frio (sistemas de absorção), podendo assim diminuir o consumo de energia elétrica.

O sistema fotovoltaico permite converter a energia libertada pelo sol, em energia elétrica. O atual decreto-Lei 153/2014, de 20 de outubro sobre o Autoconsumo veio mudar a forma como os estes sistemas com injeção na rede podem ser feitos, além de tornar menos interessante a venda de energia à rede. Assim, o autoconsumo com injeção na rede (e sem baterias) permite injetar na rede elétrica da instalação a energia produzida a cada momento.

Esta energia ou é autoconsumida ou perde-se para a rede pública. De forma a rentabilizar ao máximo a energia produzida, esta deve ser igual ou inferior à energia necessária na instalação num dado momento. Na indústria, em que o consumo durante o dia é constante, este será o sistema preferencial.

Na tentativa de autoconsumir a totalidade da energia produzida, o sistema de autoconsumo com baterias tem a capacidade de guardar a energia produzida que não foi consumida. Desta forma garante-se que durante o tempo de produção solar, o consumo da instalação esteja coberto, mas que a energia necessária além da produção solar possa ser debitada pelas baterias, enquanto estas tenham carga suficiente. A energia solar térmica e fotovoltaica pode ser usada para a produção de energia elétrica e energia térmica e ainda ser usada pelas instalações de refrigeração, obtendo-se assim sistemas de trigeração. Esta possibilidade veio aumentar com a lei do autoconsumo.

A Cogeração é a produção simultânea de energia térmica e energia elétrica a partir de um único combustível e de um único conjunto de equipamentos, assegurando acréscimo de rendimento e de eficiência relativamente aos processos tradicionais de produção de energia.

Nos sistemas de cogeração, há aproveitamento do calor residual proveniente do processo de produção de energia elétrica, que de outra forma seria desperdiçado, originando benefícios ambientais e económicos significativos, decorrentes do acréscimo de eficiência do processo. Quando a energia térmica proveniente do sistema de cogeração é utilizada para produzir frio, através de um ciclo de absorção, temos um processo designado de trigeração.

Os sistemas de cogeração mais comuns recorrem a uma turbina a gás ou motor de combustão do tipo alternativo.

A gestão de energia deve começar pela recolha de elementos relativos aos consumos e produções dos diversos setores produtivos, correspondentes a intervalos de tempo o mais reduzido possível.

O controlo destes dados poderá permitir, quer importantes economias de energia, quer a deteção de eventuais anomalias no sistema produtivo, quer ainda a previsão de consumos.

É frequente encontrarem-se nas empresas, determinados equipamentos ou setores responsáveis por uma grande parte do consumo global, sem que tenham contadores instalados, o que impossibilita a determinação dos respetivos consumos específicos bem como a deteção de situações de consumos anómalos.

A realização de auditorias contribui para que sejam definidos os setores ou equipamentos em que se justifica aplicar procedimentos de monitorização e de controlo, como por exemplo, a instalação de contadores.

Neste âmbito sugere-se ainda a análise regular de consumos energéticos, com o objetivo de verificar a alteração do padrão de consumo registado; a comparação dos consumos energéticos específicos da empresa com outras do mesmo ramo (análise de benchmarking) e traçar objetivos de poupança energética; a aposta na formação, informação e sensibilização dos colaboradores na temática da energia de modo a eliminar comportamentos menos corretos no âmbito dos consumos energéticos, sem descurar a sua segurança e qualidade do trabalho; a modernização de equipamentos e/ou substituição dos mesmos quando estes se encontrarem obsoletos; efetuar pesquisas constantes de modo a implementar melhorias do processo produtivo.

Por último mas não menos importante, salientamos a importância da manutenção. Um bom plano de manutenção preventiva pode evitar prejuízos para a empresa e ainda economizar recursos.

O mais comum é ser efetuada apenas manutenção corretiva de emergência, sem nenhuma programação, provocando danos e custos desnecessários à empresa. Atualmente os processos da manutenção evoluíram e diversos setores já estão sensibilizados de que a manutenção é uma prática importante, é um suporte fundamental para atingir os objetivos estratégicos das empresas, e mais, é lucrativa.



inovenergy
eficiência energética no sector agro-industrial

*Fatores de
Conversão*

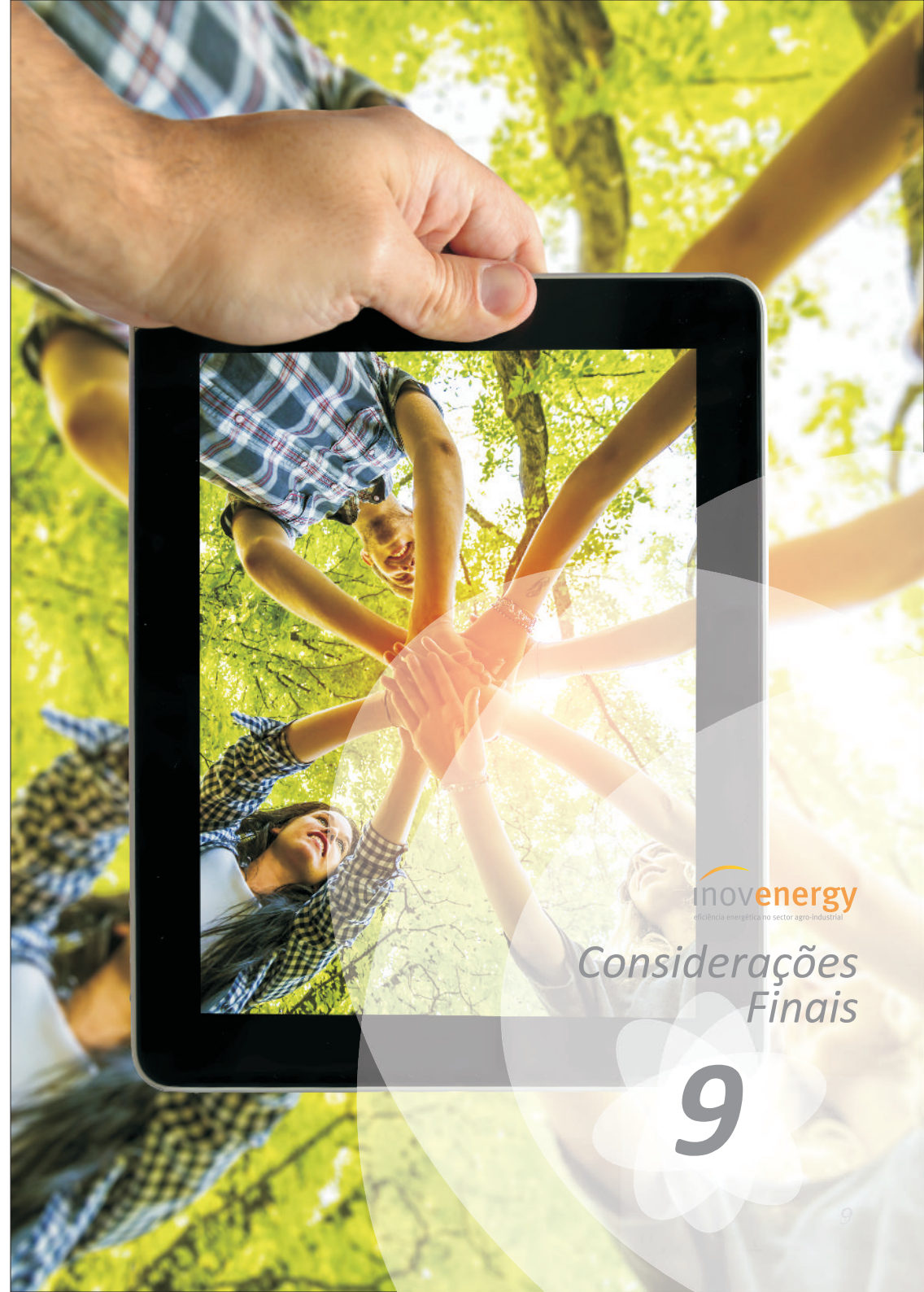
8

Conversão para tep

Como as instalações normalmente usam mais que uma forma de energia, quando é necessário utilizar uma unidade única para quantificar ou comparar várias formas de energia, são utilizados fatores de conversão.

É comum realizar-se a conversão para a unidade de tonelada equivalente de petróleo (tep), que é aproximadamente equivalente à quantidade de calor existente numa tonelada de petróleo que, por convenção, é igual a 10 000 milhões de calorías (Fonte: <http://www.catim.pt>)

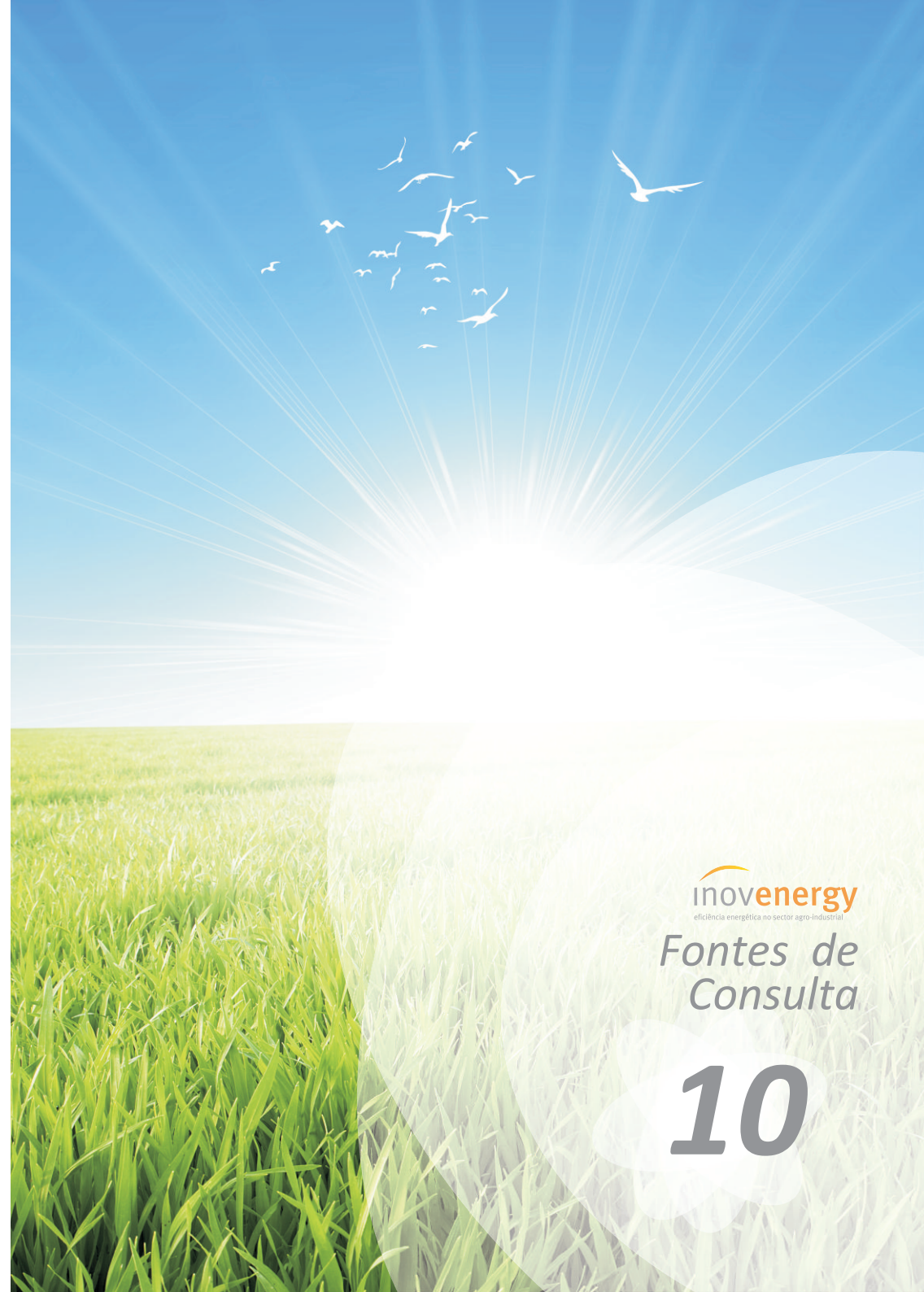
Combustíveis	Conversão para toneladas equivalentes de petróleo (tep/ton)
Gás Natural	1,077
Gás Propano	1,115
Gás Butano	1,115
Gasóleo	1,022
Gasolina	1,063
Gás Petróleo Liquefeito	1,115
Biogasolina e Biodiesel	0,645
Fuelóleo	0,984
Fuelóleo pesado	0,96
Coque de petróleo	0,758
Pó de cortiça	0,277
Madeira / resíduos de Madeira	0,352
Peletes / briquetes de Madeira	0,401
Eletricidade	Conversão para tep
1 kWh	$\eta_{\text{elétrico}} / 86 \times 10^{-6}$



Considerações Finais

Para que os gestores possam inserir os dados característicos da sua empresa e perceber se os seus consumos se encontram acima ou abaixo de um valor de referência, no âmbito deste projeto, foi construído, implementado e validado um algoritmo de análise do desempenho energético das empresas. Esta ferramenta multimédia, encontra-se disponível numa plataforma no sítio de internet do projeto disponível em <http://inovenergy.inovcluster.pt/>.

No sítio da internet do projeto InovEnergy encontra-se também informação variada acerca dos temas tratados neste manual.



 **inovenergy**
eficiência energética no sector agro-industrial

*Fontes de
Consulta*

10

ADENE - AGÊNCIA PARA A ENERGIA, tem por missão promover e realizar atividades de interesse público na área da energia e das respetivas interfaces com as demais políticas setoriais (www.adene.pt)

ERSE – ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS é a entidade que regula o Sistema Elétrico e o Sistema do Gás Natural de uma forma autónoma do poder administrativo. Esta, tem por responsabilidade a produção de regulamentação dos sistemas, definir o tarifário público e dar seguimento a reclamações sobre o funcionamento do mercado (www.erse.pt).

Nunes, J. 2014. "Avaliação do desempenho dos sistemas de refrigeração nas indústrias agroalimentares da Beira Interior". Tese de Doutoramento. Universidade da Beira Interior.

Manuel Abreu Dias. "Tratamento frigorífico dos alimentos", Instituto Nacional de Formação Turística, Fevereiro 1985.



 **inovenergy**
eficiência energética no sector agro-industrial

*Parceiros
do projeto*

11



Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB)

Luís Pinto de Andrade – luispa@ipcb.pt
José Nunes – jnunes@ipcb.pt

Av. Nuno Álvares Cabral, nº12
6000-084 Castelo Branco
Tel.: (+351) 272 339 600
<http://www.ipcb.pt>

Universidade da Beira Interior (UBI)

Pedro Dinho – dinho@ubi.pt
Pedro Dinis – dinis@ubi.pt

Calçada Fonte do Lameiro
6201-001 Covilhã
Telef.: (+351) 275 319 700
<http://www.ubi.pt>

Instituto Politécnico de Bragança (IPB)

Manuel Feliciano - msabenca@ipb.pt

Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança
Telef.: (+351) 273 325 405
<http://www.ipb.pt>

Instituto Politécnico de Portalegre (IPP)

Paulo Brito - pbrito@estgp.pt

Praça do Município Apartado 84
7301-901 Portalegre
Tel.: (+351) 245 301 500
<http://www.ipportalegre.pt>

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Alberta Araújo - alberta@estg.ipvc.pt

Praça General Barbosa
4901-908 Viana do Castelo
Tel.: (+351) 258 809 610
<http://www.ipvc.pt>

**Associação para o Desenvolvimento da
Aerodinâmica Industrial**

Adélio Gaspar - adelio.gaspar@dem.uc.pt

Rua Luís Reis Santos
3030-788 Coimbra
Tel.: (+351) 239 708 580
<http://www.uc.pt>

**Associação Para o Desenvolvimento
da AgroIndústria**

Pedro Félix - pedro.felix@nersant.pt

Pavilhão de Exposições NERSANT
2350-433 Torres Novas
Tel.: (+351) 249 839 500
<http://www.agrocluster.com>

Instituto de Soldadura e Qualidade

Telmo Nobre - rtnobre@isq.pt

Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, N.º 33,
Tagus Parque
2740 - 120 Porto Salvo
Tel.: (+351) 214 228 100
<http://www.isq.pt>