

CADERNOS SUBSETORIAIS



PANIFICAÇÃO

CAE 10711

2018



sgcie SISTEMA DE GESTÃO
DOS CONSUMOS
INTENSIVOS DE ENERGIA

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	4
I. AMASSADURA	5
II. FERMENTAÇÃO	5
III. MOLDAGEM	5
IV. COZEDURA	6
V. ULTRACONGELAÇÃO	6
VI. EMBALAGEM.....	6
3. UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	7
4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	9
5. MEDIDAS DE ECONOMIA DE ENERGIA MAIS FREQUENTES E COM MAIOR IMPACTO.....	12
I. ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS MEDIDAS.....	12
II. ANÁLISE DAS MEDIDAS POR TIPOLOGIA	13

1. INTRODUÇÃO

O subsetor com a Classificação da Atividade Económica 1071 – Panificação e pastelaria, de acordo com os dados das *Estatísticas da Produção Industrial - 2016* do INE, tinha em atividade no referido ano, 4680 unidades de produção que geraram um valor de vendas superior a 1.071 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado nacional, que absorve 94% do valor das vendas. No mercado exportador, 98% das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. Este subsetor de atividade em termos de vendas de produtos, representa aproximadamente 10% do valor total das vendas do setor das Indústrias Alimentares.

Refira-se que o presente documento se refere à Classificação da Atividade Económica 10711 – Panificação, não se conhecendo qual a sua representatividade dentro da CAE 1071.

Em termos de consumos energéticos, trata-se de um subsector industrial considerado consumidor intensivo de energia, o que permite perspetivar um potencial de redução dos consumos de energia das instalações que o integram.

No presente documento, foram analisadas as instalações deste subsector de atividade, que à data se encontram a cumprir o SGCI. A implementação de medidas de eficiência energética contribui para a redução dos custos energéticos das instalações, permitindo aumentar a competitividade das mesmas. A redução dos consumos de energia também permite contribuir para a redução da pegada ecológica auxiliando o país no cumprimento dos objetivos ambientais e energéticos estipulados para 2020 e em diante.

No capítulo 2 deste caderno, apresenta-se um fluxograma genérico do processo de fabrico de pão, acompanhado de uma breve descrição das fases que o constituem.

No capítulo 3 e 4 apresentam-se, respetivamente, a estrutura de consumos energéticos das instalações com Planos de Racionalização de Consumos Energéticos (PREn) aprovados no âmbito do Sistema de Gestão dos Consumidores Intensivos de Energia (SGCI) e os indicadores de eficiência energética (Consumo Específico de Energia, Intensidade Energética e Intensidade Carbónica) constantes desses Planos, obtidos para um ano de referência (ano civil anterior à data de realização da auditoria energética que o SGCI obriga), e que portanto, refletem os desempenhos energético e ambiental dessas instalações, antes da implementação das medidas de URE (Utilização Racional de Energia) incluídas nos PREn. São um total de 6 instalações e a informação recolhida abrange o período de 2011 – 2016.

Por último, no capítulo 5 são sistematizados os potenciais de economia de energia do subsetor e indicadas as medidas de URE mais frequentes e com maior impacto em termos de redução de consumos energéticos incluídas nos PREn, com particular destaque para o peso relativo na redução de consumos energéticos na amostra total de instalações desta CAE cumpridoras do SGCI e o valor médio de PRI (período de retorno do investimento) associado a cada uma delas.

2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS

O subsetor da CAE 10711 tem como principal atividade a panificação. Este subsetor produz uma grande variedade de pães e de produtos de pastelaria, e por consequência, são muito diversos os processos de fabrico. Pelo facto de todas as instalações que constam do SGCIE produzirem pão, apresenta-se na Figura 1, um fluxograma genérico do fabrico deste produto.

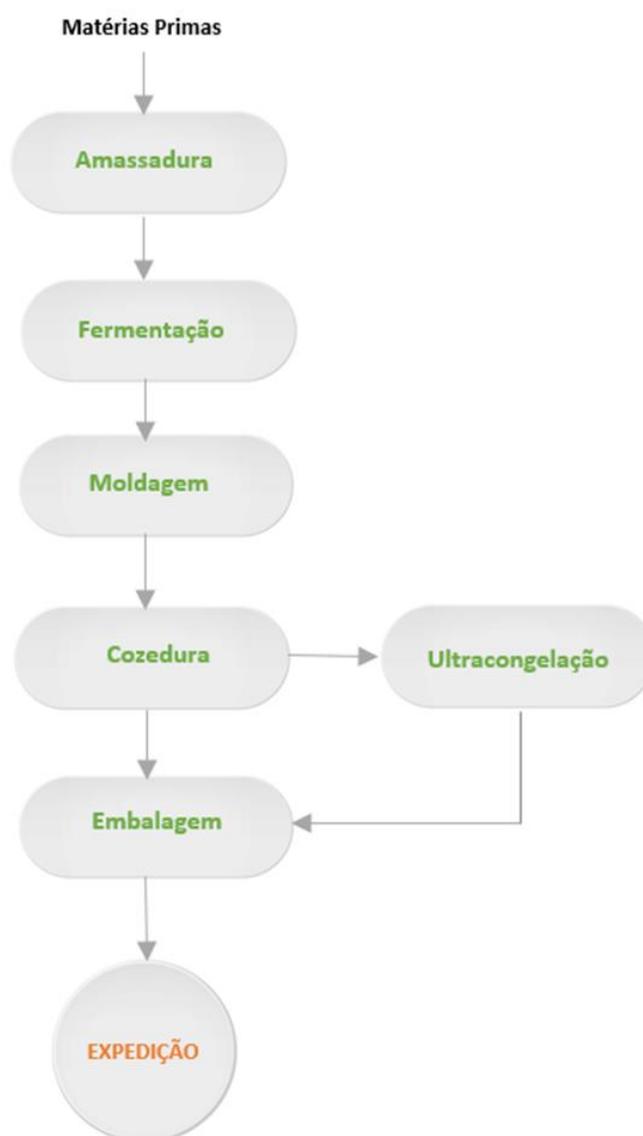


Figura 1 Fluxograma simplificado do processo produtivo

Segue-se uma descrição sintética das etapas deste processo produtivo.

I. AMASSADURA

No fabrico de pão a principal matéria-prima é a farinha. A farinha encontra-se normalmente armazenada em silos metálicos.

Para além da farinha, a água é outro componente muito importante no fabrico do pão, sendo que na maioria dos casos, é previamente refrigerada entre 5°C a 7°C, antes de seguir as restantes etapas do processo. Antecedendo o processo de amassadura, e após doseamento apropriado, procede-se à mistura dos ingredientes que entram na composição do pão (para além da farinha e da água, o sal, levedura, etc.).

A amassadura tem por objetivo, misturar os ingredientes, promover a hidratação, desenvolver o glúten por ação mecânica e incorporar oxigénio na massa. Da amassadura deve resultar uma massa com aspeto uniforme, com extensibilidade suficiente para ser manuseada.

Os equipamentos desta etapa do processo designam-se por amassadeiras e apresentam várias tecnologias sendo a predominante a do tipo espiral.

Estes equipamentos podem ainda variar bastante em termos de potência e capacidade, e normalmente, operam em diversas velocidades - as do tipo espiral costumam possuir motores de maior capacidade de rotação, o que significa maior ação sobre a massa, possibilitando um menor tempo de amassadura, mas ao mesmo tempo exigem um maior controlo do processo para evitar inconvenientes como amassadura excessiva e aquecimento da massa; as espirais contam ainda com a vantagem de poderem trabalhar de forma eficaz mesmo com pequenas quantidades de massa.

II. FERMENTAÇÃO

O processo fermentativo consiste basicamente no trabalho da levedura de conversão de açúcares em dióxido de carbono e etanol na ausência de oxigénio. O gás (dióxido de carbono) que é libertado ficará retido pelas cadeias de glúten que formam a massa, dando assim o aspeto característico de esponja. O álcool formado (etanol) é evaporado durante a cozedura.

Concluída a operação de amassadura, a massa fica algum tempo a levedar, após o que se procede à sua moldagem e colocação nos fornos.

III. MOLDAGEM

A moldagem é a etapa que precede a cozedura e tem por objetivo dar forma à massa. Atendendo aos

diversos tamanhos e formas que se pretende dar à forma final do pão, são muito variadas as máquinas de moldagem da massa.

IV. COZEDURA

A etapa da cozedura é decisiva na qualidade final do produto e é realizada em fornos.

As principais diferenças entre fornos assentam na forma como os pães são introduzidos e como são dispostos/arrumados no seu interior.

Outro aspeto de diferenciação entre os fornos é a transmissão direta ou indireta de calor. A transmissão direta ocorre geralmente em fornos a lenha quando existe o contato direto com a fonte de calor; a transmissão de calor é indireta quando distribuída a partir da fonte geradora (componentes internos do equipamento) por outros elementos como o chão de pedra, ou resistências elétricas.

As fontes de energia utilizada pelos fornos podem ser, lenha, gás natural, GPL e a energia elétrica.

A duração da cozedura do pão ronda os 45 minutos e a temperatura situa-se entre os 230 a 250 °C ou superior.

V. ULTRACONGELAÇÃO

Concluída a cozedura, o pão segue para diretamente para o embalamento ou para congelação e posterior embalamento.

Os principais equipamentos associados à congelação são os túneis de ultracongelação com temperaturas a rondarem -28°C e câmaras com temperaturas de -16°C a -21°C.

VI. EMBALAGEM

O processo do fabrico termina com a embalagem do pão seguindo-se o armazenamento e expedição. De referir que as máquinas de embalar são muito variadas, dependendo da dimensão e do tipo de pão; igualmente, varia muito a capacidade de embalar de cada máquina

3.UTILIZAÇÃO DE ENERGIA

As formas de energia mais utilizadas nesta atividade encontram-se discriminadas no Quadro 1, onde se indica igualmente, a sua representatividade em termos de energia primária.

Forma de Energia*	Representatividade	Utilidade
Energia Elétrica	58,1%	Força motriz em vários equipamentos dos processos produtivos, iluminação, ar comprimido, sistemas de bombagem, sistemas de ventilação, compressores de frio
Gás Natural	33,6%	Produção de vapor, águas quentes (lavagens), fornos de cozedura, estufas, fritadeiras
Gasóleo	5,9%	Frota de transportes de mercadorias, geradores de emergência
GPL	0,5%	Fornos de cozedura
Peletes	1,9 %	Fornos de cozedura

Quadro 1 Desagregação do consumo energia primária na panificação

Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 10711 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PReN, totalizou cumulativamente 12.919 tep, correspondendo a uma emissão de 30.597 toneladas equivalentes de CO₂.

O Quadro 2 ilustra a desagregação, por forma de energia, dos consumos energéticos e das emissões de CO₂ associados a essas instalações da CAE 10711.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO ₂	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO ₂]	%
Energia Elétrica	34.935	MWh	7.511	58,1%	16.419	53,7%
Gás Natural	4.034	t	4.345	33,6%	11.660	38,0%
Gasóleo	745	t	758	5,9%	2.347	7,7%
GPL	58	t	64	0,5%	171	0,6%
Peletes	601	t	241	1,9%		
Total			12.919	100%	30.597	100%

Quadro 2 Estrutura de consumos anuais de energia primária e de emissões de CO₂ das instalações do SGCIE

Na Figura 2 apresenta-se a distribuição de energia primária e emissões de CO₂ associadas a cada forma de energia.

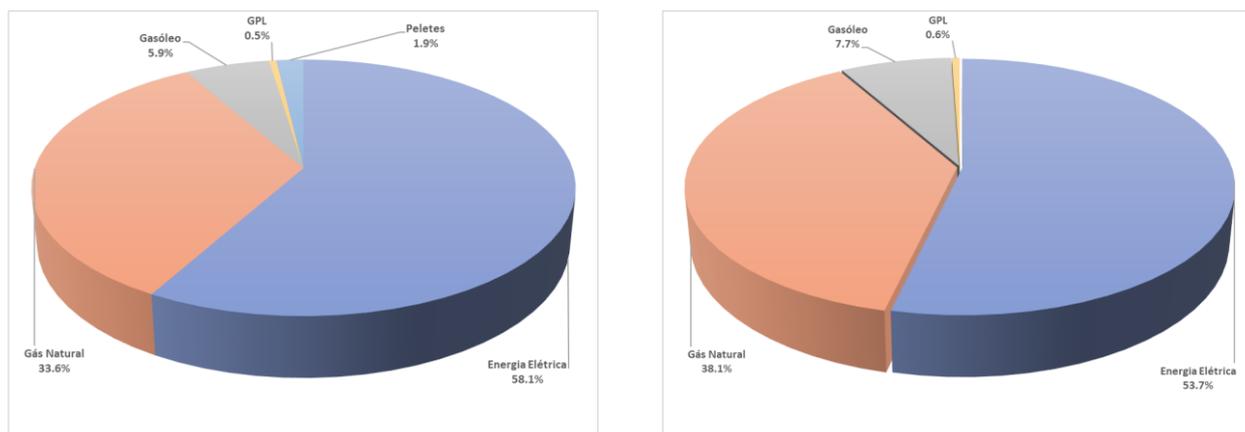


Figura 2 Distribuição de consumos de energia primária e emissões de CO₂

Tendo em consideração a informação disponibilizada no Quadro 2 e na Figura 2, verifica-se que a energia elétrica é a componente energética predominante na estrutura de consumos destas instalações, representando 58% do total do consumo de energia primária; seguem-se os restantes combustíveis, com relevo para o gás natural que representa aproximadamente 34% do consumo total apurado nas 6 instalações.

O gráfico referente às emissões equivalentes de CO₂ segue a mesma tendência do gráfico do consumo de energia.

4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De modo a obter-se uma panorâmica das instalações da CAE 10711 que constam do SGCIE, representaram-se os consumos energéticos de cada instalação em função da sua produção (ver Figura 3).

Por norma, o consumo de energia é diretamente proporcional à produção; porém não é o caso para este conjunto de empresas, conforme se pode observar na Figura 3. Existe uma dispersão de dados significativa com vista à proporcionalidade entre os consumos de energia e a produção, confirmada pelo baixo valor do coeficiente de correlação R que deve ser o mais próximo de 1.

Esta fraca proporcionalidade dos consumos vs produção poderá eventualmente dever-se aos processos e aos respetivos produtos finais serem muito diferenciados entre as instalações.

Tal diferenciação de processos (e de equipamentos), implica necessariamente diferentes consumos de energia para a mesma quantidade de produção, afetando a proporcionalidade consumo vs produção.

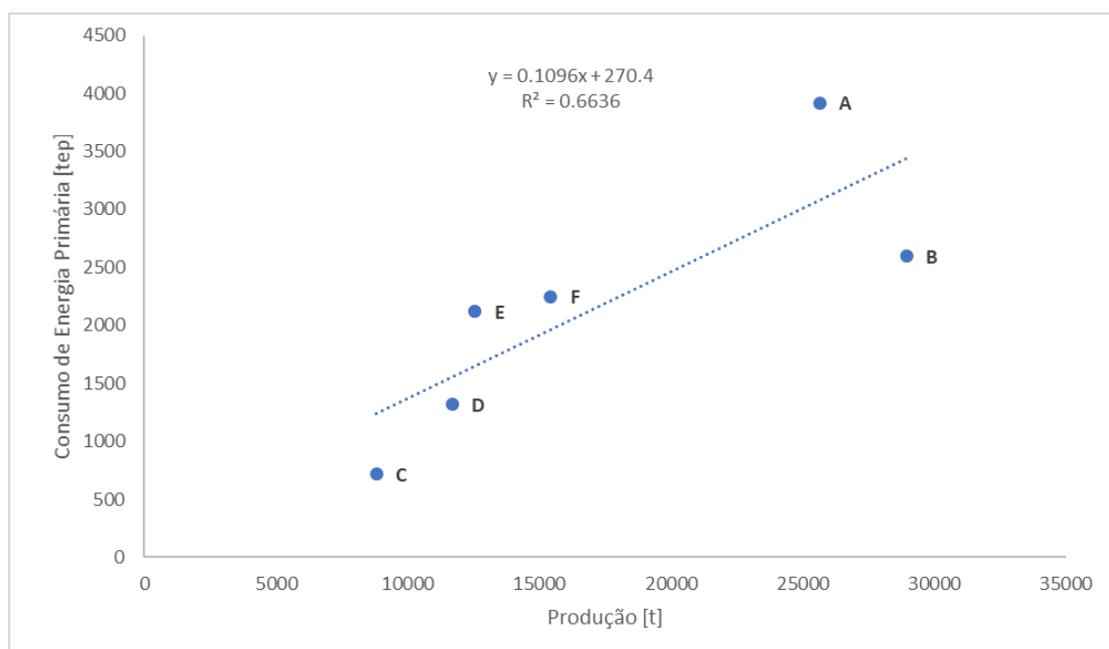


Figura 3 Comparação entre o Consumo de Energia Primária e Produção

No Quadro 3, são apresentados os valores mínimos, máximos e de referência da amostra dos indicadores Consumo Específico (CE), Intensidade Energética (IE) e da Intensidade Carbónica (IC) relativo às 6 instalações.

De acordo com os valores do referido Quadro, não é muito significativa a diferença que existe entre os valores mínimos e máximos dos indicadores referidos, exceto o que respeita ao Consumo Específico de Energia, em que a diferença entre os valores extremos, é elevada.

Variável Estatística	CE [kgep/t]	IC [tCO ₂ /tep]	IE [kgep/euro]
Mínimo	68,0	1,81	0,18
Valor de referência da amostra*	124,2 ^{a)}	2,37 ^{b)}	0,24 ^{c)}
Máximo	168,9	2,48	0,36

*O valor de referência da amostra (para cada indicador) é determinado:

- Pela soma dos consumos de energia de 6 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- Pela soma das emissões de CO₂ de 6 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- Pela soma dos consumos de energia de 6 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

Quadro 3 Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 10711

As diferenças entre os valores extremos referentes a cada indicador, podem ser consequência do que se referiu acerca da proporcionalidade entre o consumo de energia e da produção. Assim, é natural que umas empresas necessitem de maiores consumos de energia para a mesma quantidade de produção, logo, “penalizando” o consumo específico de energia, e de mesmo modo, outras, serem igualmente penalizadas por produzirem produtos de menor valor acrescentado, afetando a intensidade energética do VAB.

Comparando o Consumo Específico com a Intensidade Energética das 6 instalações (ver Figura 4) e tendo em conta os valores apresentados no Quadro 3, do qual foram utilizados os valores de referência da amostra como eixos da figura referida, verifica-se que 2 das 6 instalações se encontram abaixo do valor de referência, quer para a IE quer para o CE (quadrante sombreado a verde).

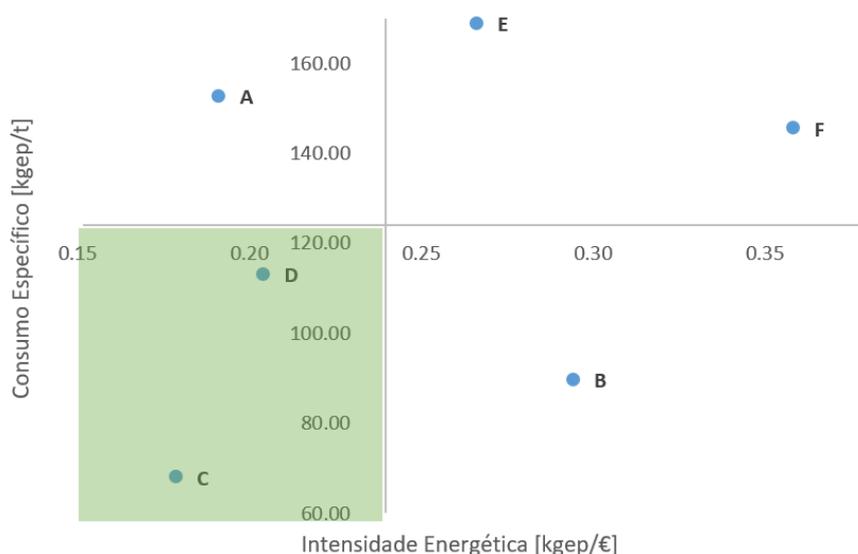


Figura 4 Comparação entre Consumo Específico e Intensidade Energética

Pela análise da Figura 4, é possível desagregar as instalações em 4 grupos, correspondendo cada grupo a um quadrante. Assim,

- No grupo 1 (quadrante superior direito) figuram as instalações que apresentam

simultaneamente o CE e a IE superiores aos respectivos valores de referência da amostra;

- No grupo 2 (quadrante superior esquerdo) encontram-se as instalações que apresentam o CE superior ao valor de referência e a IE inferior ao valor de referência;
- No grupo 3 (quadrante inferior esquerdo sombreado a verde) encontram-se as instalações que apresentam simultaneamente o CE e a IE inferiores aos respectivos valores de referência;
- No grupo 4 (quadrante inferior direito) encontram-se as instalações que apresentam o CE inferior ao valor de referência e a IE superior ao valor de referência.

A situação mais favorável para as instalações do ponto de vista energético é estar integrada no grupo 3 ou o mais próximo possível. No caso das instalações analisadas neste subsector verificam-se duas ocorrências, correspondentes às instalações C e D, as quais, conciliando os dois indicadores de eficiência energética, apresentam o melhor desempenho energético – consumos específicos de energia e intensidades energéticas, inferiores aos respectivos valores de referência. Estas instalações, utilizam menos energia para produzir uma unidade de produto e necessitam de menos energia para gerar valor acrescentado, comparativamente às restantes instalações.

5. MEDIDAS DE ECONOMIA DE ENERGIA MAIS FREQUENTES E COM MAIOR IMPACTO

Depois de selecionadas as 57 medidas propostas nos 6 PReN das instalações que cumprem o SGCIE, foram feitas duas análises às mesmas que, no total, permitem uma potencial economia de energia de 1.039 tep, equivalente à redução de 2.400 t de CO₂ e uma redução da fatura energética no valor de 561.394 € (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]						Redução das Emissões de CO ₂ [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	GN	Peletes	GPL	Gasóleo	Total		
57	603	285	39	61	51	1.039	2.400	561.394

Quadro 4 Potenciais economias presentes nos 9 PReN das instalações da CAE 10711

A primeira análise, uma análise individualizada de todas as medidas, permitiu selecionar as 9 medidas mais frequentes e que apresentam um maior potencial de economia do consumo de energia primária neste subsetor. Estas medidas são apresentadas no Quadro 5, abaixo.

A segunda é uma análise por tipologia de medida, permitindo perceber quais as tipologias em que incidem as medidas descritas e qual a redução que permitem no consumo de energia primária do setor. Estas medidas são apresentadas no Quadro 6.

Note-se que, em ambas as tabelas referidas, apenas são apresentadas as formas de energia em que as medidas de economia de energia surtem algum tipo de alteração, sendo excluídos da tabela aquelas para as quais não são apresentadas medidas.

I. ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS MEDIDAS

No Quadro 5, são apresentadas as 9 medidas acima referidas. Através da sua análise, verifica-se que a implementação destas permite uma redução de 542 tep do consumo de energia primária e de 1.273 t nas emissões de CO₂, o que corresponde aproximadamente a 52% do potencial de economia de energia da totalidade das medidas apresentadas e a 53%, da redução das emissões de CO₂.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 353.597 € que teria um período de retorno médio de 1,4 anos.

Dentro das 9 medidas identificadas, as medidas “Substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas com tecnologia LED”, “Afinação do excesso de ar em fornos”, “Formação e sensibilização” e

“Eliminação de fugas ar comprimido” destacam-se como as medidas com maior potencial de economia de energia para este subsetor.

Medidas	Forma de Energia	Peso da Economia de Energia no Consumo Total de Energia da Instalação	Economia de energia total [tep]			Peso da Economia de Energia no Total das Economias de Energia	Redução das emissões de CO ₂ [t]	Redução da Fatura Energética [€/ano]	PRI Médio [ano] (Variação)
			EE ^(a)	GN ^(a)	Total				
Instalação de variadores eletrónicos de velocidade em motores elétricos	EE	0,6%	34,0	-	34,0	3,3%	74,2	15.667	1,8 (1,8 – 2,4)
Substituição de motores elétricos convencionais por motores de alto rendimento	EE	0,7%	45,4	-	45,4	4,4%	99,3	21.271	4,2 (2,2 – 4,3)
Redução da pressão dos compressores de ar	EE	0,2%	12,1	-	12,1	1,2%	26,5	57.10	1,0 (0,0 – 1,6)
Eliminação de fugas ar comprimido	EE	0,5%	48,8	-	48,8	4,7%	106,6	23.347	0,8 (0,4 – 1,9)
Afinação do excesso de ar em fornos	GN	2,0%	-	127,5	127,5	12,3%	342,2	63.935	0,2 (0,1 – 0,3)
Afinação do excesso de ar nos geradores de vapor	GN	0,1%	-	8,2	8,2	0,8%	22,0	4.202	0,4 (0,3 – 0,7)
Substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas com tecnologia LED	EE	1,5%	166,1	-	166,1	16,0%	363,0	78.856	2,0 (1,4 – 4,3)
Instalação/substituição de isolamento térmico em tubagens e acessórios	EE, GN	0,5%	17,5	23,0	40,5	3,9%	100,1	19.100	1,7 (0,4 – 3,4)
Formação e sensibilização	EE, GN	0,9%	41,8	17,8	59,6	5,7%	139,1	28.767	0,3 (0,3 – 0,4)
			365,7	176,5	542,2	52,2%	1.273	260.855	-

a) EE – Energia Elétrica; GN – Gás Natural;

Quadro 5 Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 6 PReN das instalações da CAE 10711

II. ANÁLISE DAS MEDIDAS POR TIPOLOGIA

Fazendo a análise das medidas referidas anteriormente, e desagregando-as pelas diferentes tipologias (Quadro 6) verifica-se que as medidas geradoras de maiores economias de energia, pertencem sucessivamente às tipologias “Sistemas de combustão”, “Iluminação eficiente”, “Otimização de motores”, e “Sistemas de compressão”, as quais, geram uma redução anual nos consumos de 715 tep, correspondente a quase 69% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO₂, estas medidas no seu conjunto representam uma redução anual de 1.613 t, correspondente a 67% do total das reduções previstas; relativamente à redução da fatura energética, correspondem igualmente a 66% do total das economias de energia previstas.

Numa outra abordagem, as medidas de eficiência energética que ocorreram com maior frequência (nº de vezes), foram as respeitantes à “Sistemas de combustão”, “Iluminação eficiente” e “Sistemas

de Compressão”.

Por fim, e de um modo geral, o período de retorno do investimento médio (PRI) por natureza da medida, consideram-se bastante atrativos.

Com a informação disponível respeitante às 6 instalações deste subsetor que cumprem o SGCIE, no seu global, o investimento em medidas de eficiência energética gera um PRI médio de 1,4 anos.

Natureza da Medida	Nº Vezes	EE ^(a) [tep]	GN ^(a) [tep]	CR ^(a) [tep]	GPL ^(a) [tep]	G ^(a) [tep]	Total [tep]	Peso Relativo da Economia	Redução das Emissões de CO ₂ [t]	Redução da Fatura Energética [€]	PRI Médio ^(b) (min-máx) [anos]
Otimização de motores	4	79,4	-	-	-	-	79,4	7,6%	173,5	36.938	3,2 (1,8 – 4,3)
Sistemas de ventilação	1	6,7	-	-	-	-	6,7	0,6%	14,6	2.763	3,6
Sistemas de compressão	8	70,6	-	-	-	-	70,6	6,8%	154,3	33.741	0,9 (0,0 – 1,6)
Sistemas de combustão	13	27,7	222,5	38,7	59,7	-	348,6	33,6%	813,5	194.089	0,8 (0,0 – 2,4)
Recuperação de calor	2	16,0	2,1	-	-	-	18,1	1,7%	40,6	7.680	2,1 (1,1 – 2,3)
Frio industrial	4	41,4	-	-	-	-	41,4	4,0%	90,4	19.682	3,8 (1,5 – 4,0)
Iluminação eficiente	11	215,9	-	-	-	-	215,9	20,8%	471,9	105.798	2,2 (0,5 – 4,6)
Monitorização e controlo	1	25,7	10,7	-	-	-	36,4	3,5%	84,8	17.063	2,8
Isolamentos térmicos	5	17,5	25,6	-	-	-	43,1	4,2%	107,1	20.489	1,7 (0,4 – 3,4)
Transportes	2	-	-	-	-	51,4	51,4	4,9%	159,3	64.370	0,5 (0,0 – 0,7)
Formação e sensibilização de recursos humanos	2	41,8	17,8	-	-	-	59,6	5,7%	139,1	28.767	0,3 (0,3 – 0,4)
Outros	4	60,3	5,9	-	1,1	-	67,3	6,5%	150,5	30.014	1,7 (0,0 – 10,3)

a) EE – Energia Elétrica; GN – Gás Natural; CR – Combustíveis Renováveis (peletes); GPL – Gás de Petróleo Liquefeito; G – Gasóleo

b) PRI – Período de Retorno do Investimento

Quadro 6 Análise das medidas por tipologia do SGCIE



Agência para a Energia

Av. 5 de Outubro, 208 - 2º Piso | 1050-065 Lisboa - Portugal
Tel.: (+351) 214 722 800 | Fax: (+351) 214 722 898 | Email: geral@adene.pt | www.adene.pt
ISBN: 978-972-8646-59-2 | Ano de publicação: 2018

