

CADERNOS SUBSETORIAIS



FABRICAÇÃO DE MEDICAMENTOS

CAE 21201
2019



sgcie SISTEMA DE GESTÃO
DOS CONSUMOS
INTENSIVOS DE ENERGIA



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	5
I. PESAGEM	5
II. GRANULAÇÃO	6
III. COMPRESSÃO.....	6
IV. EMBALAGEM.....	7
3. UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	8
4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	10
5. MEDIDAS DE ECONOMIA DE ENERGIA MAIS FREQUENTES E COM MAIOR IMPACTO.....	13
I. ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS MEDIDAS.....	13
II. ANÁLISE DAS MEDIDAS POR TIPOLOGIA	14

1. INTRODUÇÃO

O subsetor com a Classificação da Atividade Económica 21201 – Fabricação de medicamentos, de acordo com os dados das Estatísticas da Produção Industrial - 2017 do INE, tinha em atividade no referido ano, 36 unidades de produção que geraram um valor de vendas perto de 569 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado exportador que absorve perto de 59% da totalidade do valor das vendas; neste mercado, aproximadamente 62% do valor das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. Este subsetor em termos do valor de vendas, representa perto de 77% do valor total das vendas do setor da Fabricação de Produtos Farmacêuticos de Base e de Preparações Farmacêuticas (CAE 21).

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 subsetor de atividade, que à data se encontram a cumprir o SGCIE. A implementação de medidas de eficiência energética contribui para a redução dos custos energéticos das empresas, 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 de um processo de fabrico de medicamentos, acompanhado de uma breve descrição das fases que constituem o referido processo.

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 (SGCIE) 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 SGCIE 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 10 instalações (10 empresas) e a informação recolhida abrange o período de 2013 - 2018.

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 SGCIE e o valor médio de PRI (período de retorno do investimento) associado a cada uma delas.

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 SGCIE 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 21201 tem como principal atividade a fabricação de medicamentos. Este subsetor produz vários tipos de produtos (produtos sólidos – comprimidos (revestidos ou não revestidos), cápsulas, pós, granulados; produtos líquidos – xaropes, soluções, suspensões, emulsões, injetáveis; produtos pastosos/semi-sólidos - pomadas, cremes, geles) e por este facto, os processos de fabrico são diferenciados. Considerando que a produção de comprimidos é comum à maioria das instalações que constam do SGCIE, apresenta-se na Figura 1, um fluxograma genérico do fabrico deste tipo de medicamentos.

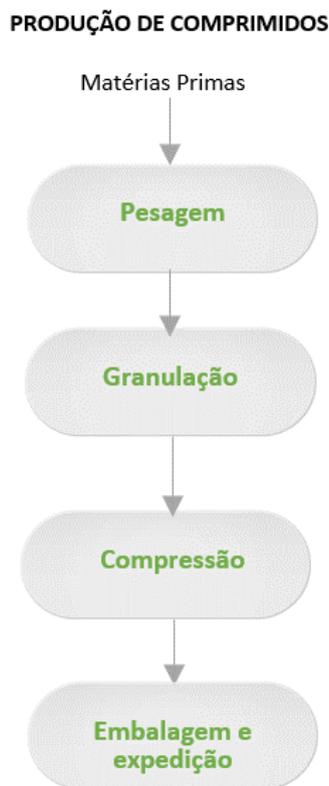


Figura 1 Fluxograma simplificado do processo

Segue-se uma descrição sintética das etapas deste processo.

I. PESAGEM

As matérias-primas após receção e respetivo controlo de qualidade são pesadas e doseadas, sendo colocadas em recipientes devidamente isolados para evitar contaminações; estes recipientes contêm a receita para a produção do comprimido de acordo com as especificações exigidas.

II. GRANULAÇÃO

A granulação consiste na aglomeração de pequenas partículas de modo a obter a granulometria necessária para a fase seguinte do processo de fabrico.

Na indústria farmacêutica, os três processos de granulação mais comuns para produção de forma dosagem sólida são a granulação húmida, a granulação seca (compactação com rolo), e combinação direta.

O processo de **granulação seca** é utilizado para formar grânulos sem usar uma solução líquida, já que o produto a ser granulado pode ser sensível à humidade e ao calor ou não compactar bem. A formação de grânulos sem humidade envolve compactação e redução do tamanho da mistura para produzir um *blend* granular, de fluxo livre e com tamanho uniforme.

No processo de **granulação húmida**, procede-se à adição de uma solução líquida aos pós que envolve a aglomeração de uma mistura de partículas de pó secas e primárias usando um fluido de granulação. Este fluido contém um solvente que deve ser volátil, para que ele possa ser removido por meio de secagem, e não-tóxico. A solução líquida tanto pode ser de base aquosa (mais segura) ou de base solvente. A água misturada nos pós pode formar elos entre as partículas de pó fortes o suficiente para mantê-las unidas.

III. COMPRESSÃO

Após a granulação, segue-se o processo de compressão onde são formados os comprimidos propriamente ditos.

O granulado é colocado numa matriz e é prensado por punções de modo a comprimir o granulado e formar assim os comprimidos. A força de compressão define a dureza e a espessura do comprimido

A dimensão e o peso dos comprimidos divergem de acordo com as especificidades dos comprimidos, sendo alterado com diferentes matrizes e quantidades de granulado utilizado.

O processo de compressão é realizado através prensas. Dependendo do tipo de comprimido que se pretende obter, os principais tipos de prensas utilizados na produção de comprimidos são as rotativas/giratórias, hidráulicas e de alta velocidade.

IV. EMBALAGEM

Concluído o processo de fabrico do comprimido, procede-se ao processo de embalagem. Por norma, as instalações dispõem de várias linhas para embalagem adequadas à especificidade dos mais diversos tipos de comprimidos.

Depois de embalados em caixas, o produto final segue para os armazéns de produtos acabados (espaços climatizados) e posterior expedição.

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	72,8%	Força motriz em vários equipamentos dos processos produtivos, iluminação, ar comprimido, <i>chillers</i> , sistemas de bombagem, sistemas de ventilação
Gás Natural	19,2%	Produção de vapor, produção de água quente, refeitórios, cantinas
Gasóleo	5,9%	Produção de vapor, produção de água quente, frota automóvel
Vapor	1,9%	Climatização, desumidificação e AQS
GPL	0,2%	Aquecimento (Edifícios Administrativos)
Gasolina	0,1%	Frota automóvel

Quadro 1 Desagregação do consumo de energia primária na fabricação de medicamentos

Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 21201 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PReN, totalizou cumulativamente 13.480 tep, correspondendo a uma emissão de 31.713 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 21201.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO ₂	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO ₂]	%
Energia Elétrica	45.615	MWh	9.807	72,8%	21.439	67,6%
Gás Natural	2.406	t	2.591	19,2%	6.954	21,9%
Gasóleo	778	t	796	5,9%	2.467	7,8%
Vapor	3.467	t	255	1,9%	771	2,4%
GPL	18,9	t	21,0	0,2%	55	0,2%
Gasolina	8,8	t	9,4	0,1%	27	0,1%
Total			13.480	100%	31.713	100%

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

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

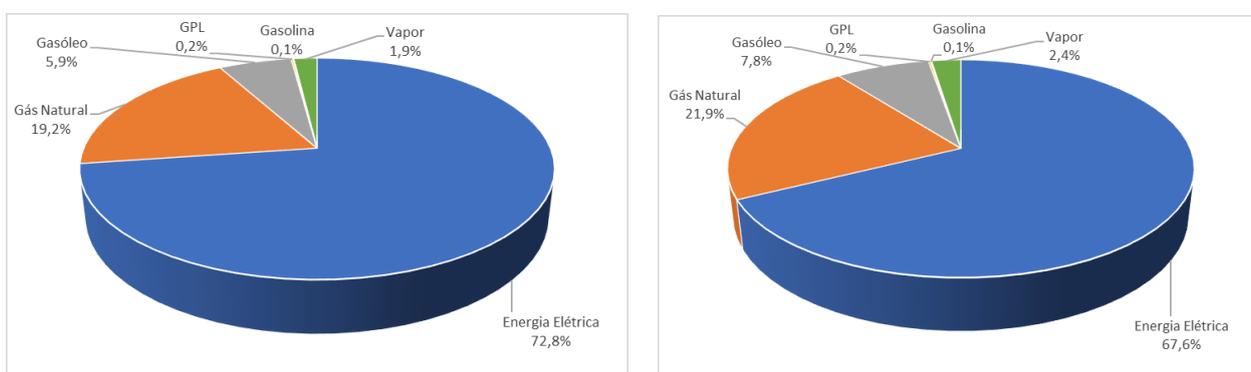


Figura 2 Distribuição dos consumos de energia primária e das emissões de CO₂

Tendo em consideração a informação disponibilizada no Quadro 2 e na Figura 2, verifica-se que a energia elétrica é de longe a principal componente na estrutura de consumos destas instalações, seguindo-se o gás natural; estas duas componentes, representam 92% do total do consumo de energia primária.

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 21201 que constam do SGCIE, representaram-se os consumos energéticos de 7 das 10 instalações, 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 instalações, conforme se pode observar na Figura 3. Existe uma dispersão de dados muito 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 de energia vs produção poderá eventualmente dever-se ao facto de serem muito diferenciados os medicamentos fabricados em cada instalação, e também, porque a quantidade da produção de cada instalação (definida pela unidade/número), ao totalizar simultaneamente o nº de comprimidos com nº de xaropes, nº de cremes etc., e ainda, sabendo que a proporção do *mix* de produtos varia significativamente de instalação para instalação, é expectável que não se verifique uma proporcionalidade entre o consumo de energia e a produção.

Assim, poderemos encontrar consumos de energia muito diferentes para a mesma quantidade de unidades fabricadas, conforme se pode observar na figura abaixo.

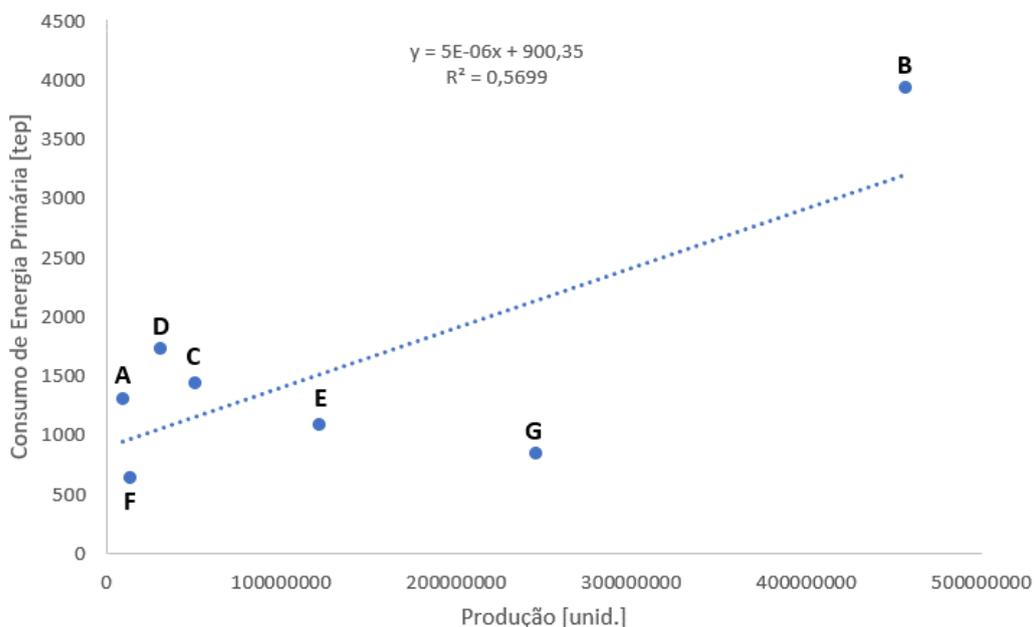


Figura 3 Comparação entre o Consumo de Energia Primária e Produção

No Quadro 3, são apresentados os valores mínimos, máximos e de referência da amostra dos indicadores Consumo Específico (CE) e Intensidade Energética (IE) relativos a 7 instalações, e da Intensidade Carbónica (IC) relativo às 10 instalações.

De acordo com os valores do referido Quadro, é muito significativa a diferença que existe entre os valores mínimos e máximos dos indicadores referidos, nomeadamente os que respeitam ao Consumo Específico de Energia e à Intensidade Energética.

Variável Estatística	CE [kgep/unid.]	IC [tCO ₂ /tep]	IE [kgep/euro]
Mínimo	0,003	2,27	0,036
Valor de referência da amostra*	0,012 ^{a)}	2,35 ^{b)}	0,075 ^{c)}
Máximo	0,142	2,55	0,157

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

- a) Pela soma dos consumos de energia de 7 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- b) Pela soma das emissões de CO₂ das 10 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- c) Pela soma dos consumos de energia de 7 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

Quadro 3 Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 21201

No que respeita aos valores extremos relativos ao indicador CE, eles são consequência do que se referiu acerca da ausência da proporcionalidade entre o consumo de energia e a produção. Cada instalação produz medicamentos únicos, com características e finalidades muito distintas, o que significa, que nos seus processos de fabrico, as necessidades energéticas variam consideravelmente entre instalações; por outro lado, e também já referido, pelo facto das quantidades produzidas serem dadas por unidade, uma instalação que produza essencialmente comprimidos (na ordem das centenas de milhões/ano), o seu consumo específico de energia será beneficiado face a uma instalação produza menor quantidade de comprimidos mas com maior volume de xaropes, geles ou pomadas. A quantidade produzida por instalações com estas características, nunca compensará a quantidade a produzida por instalações que produzam essencialmente comprimidos.

Relativamente à intensidade energética, a instalação com o valor mais alto deste indicador é aquela que apresenta o segundo mais baixo valor acrescentado e o segundo mais alto consumo de energia das 7 instalações, o que afeta negativamente a intensidade energética do VAB da respetiva instalação.

Comparando o Consumo Específico com a Intensidade Energética de 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 apenas 1 das 6 instalações se encontra abaixo do valor de referência, quer para a IE quer para o CE (quadrante sombreado a verde).

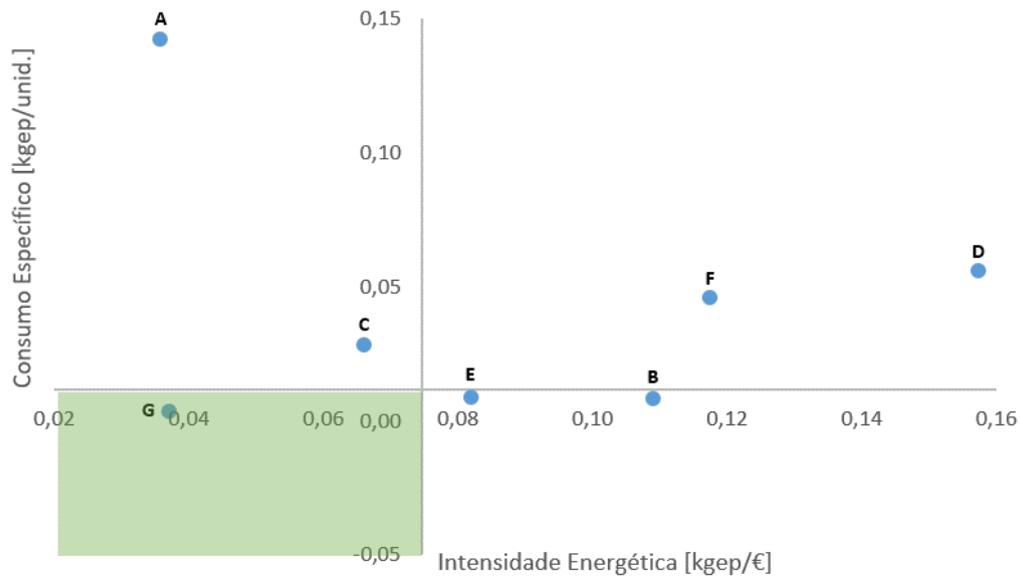


Figura 4 Comparação entre Consumo Específico e Intensidade Energética

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, verifica-se apenas uma ocorrência, correspondente à instalação G, a qual, conciliando os dois indicadores de eficiência energética, apresenta o melhor desempenho energético – consumo específico de energia e intensidade energética inferior aos respectivos valores de referência. Esta instalação, utiliza menos energia para produzir uma unidade de produto e necessita de menos energia para gerar valor acrescentado, comparativamente às restantes.

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

Depois de selecionadas as 69 medidas propostas nos 10 PReN das instalações que cumprem o SGCIE, foram feitas duas análises às mesmas que, no total, permitem uma potencial economia de energia de 984 tep, equivalente à redução de 2.371 t de CO₂ e uma redução da fatura energética no valor de 572.635€ (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]					Redução das Emissões de CO ₂ [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	GN	Vapor	Gasóleo	Total		
69	645	212	23	104	984	2.371	572.635

Quadro 4 Potenciais economias presentes nos 10 PReN das instalações da CAE 21201

A primeira análise, uma análise individualizada de todas as medidas, permitiu selecionar as 8 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 8 medidas acima referidas. Através da sua análise, verifica-se que a implementação destas permite uma redução de 580 tep do consumo de energia primária e de 1.375 t nas emissões de CO₂, o que corresponde a 59% do potencial de economias de energia da totalidade das medidas apresentadas e a 58%, da redução das emissões de CO₂.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 625.970€ que teria um período de retorno médio de 2,1 anos.

Dentro das 8 medidas identificadas, as medidas “Substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas com tecnologia LED”, “Afinação dos queimadores dos geradores de vapor” e “Instalação de sistemas

de gestão de energia” 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)	V ^(a)	Total				
Instalação de variadores eletrónicos de velocidade em motores elétricos	EE	1,9%	27,5	-	-	27,5	2,8%	60,1	13.371	3,8 (3,5 - 5,3)
Substituição de eletrobombas	EE	1,7%	22,6	-	-	22,6	2,3%	49,4	11.975	3,7 (3,6 - 4,0)
Substituição de compressores de ar comprimido	EE	1,0%	16,1	-	-	16,1	1,6%	35,2	8.617	8,1 (5,5 - 11,1)
Eliminação de fugas ar comprimido	EE	0,9%	58,1	-	-	58,1	5,9%	126,9	29.613	1,4 (0,0 - 3,1)
Afinação dos queimadores dos geradores de vapor	GN	1,4%	-	114,5	-	114,5	11,6%	307,3	56.692	0,1 (0,0 - 0,8)
Substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas com tecnologia LED	EE	1,6%	166,4	-	-	166,4	16,9%	363,7	90.885	2,9 (1,4 - 6,6)
Instalação de sistemas de gestão de energia	EE, GN	1,5%	84,2	26,7	-	110,9	11,3%	255,8	53.315	2,2 (1,0 - 7,8)
Isolamento de térmico das válvulas das redes de vapor	GN, V	0,8%	-	48,9	15,0	63,9	6,5%	176,6	31.700	0,9 (0,4 - 3,8)
			375	190	15,0	580	59,0%	1.375	296.168	-

^(a) Energia Elétrica; GN – Gás Natural; V – Vapor

Quadro 5 Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 10 PREn das instalações da CAE 21201

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 às tipologias “Iluminação eficiente”, “Sistemas de combustão”, “Monitorização e controlo” e “Sistemas de compressão”, as quais, geram uma redução anual nos consumos de aproximadamente 546 tep, correspondente a 55% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO₂, estas medidas representam no seu conjunto uma redução anual perto de 1.327 t, correspondente a 56% do total das reduções previstas; relativamente à redução da

fatura energética, correspondem a 58% 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 aos “Sistemas de compressão”, “Iluminação eficiente” e “Sistemas de combustão”.

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

Com a informação disponível respeitante às 10 instalações deste subsetor que cumprem o SGCIE, no seu global, o investimento em medidas de eficiência energética gera um PRI médio de 2 anos.

Natureza da Medida	Nº Vezes	EE ^(a) [tep]	GN ^(a) [tep]	V ^(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	3	28,1	-	-	-	28,1	2,9%	61,4	14.194	3,6 (1,0 - 5,3)
Sistemas de bombagem	2	22,6	-	-	-	22,6	2,3%	49,4	11.975	3,7 (3,6 - 4,0)
Sistemas de ventilação	2	33,2	-	-	-	33,2	3,4%	72,6	31.925	3,2 (0,5 - 4,0)
Sistemas de compressão	12	89,2	-	-	-	89,2	9,1%	194,9	45.500	2,6 (0,0 - 11,1)
Sistemas de combustão	10	-	53,6	99,6	-	153,2	15,6%	452,5	124.764	0,6 (0,0 - 5,1)
Recuperação de calor	4	24,1	56,1	-	-	80,2	8,1%	203,2	41.275	3,8 (1,0 - 5,2)
Frio industrial	4	166,2	-	-	-	166,2	16,9%	363,2	82.963	3,5 (1,9 - 5,9)
Iluminação eficiente	11	185,1	-	-	-	185,1	18,8%	404,5	106.171	3,4 (1,2 - 7,1)
Monitorização e controlo	7	84,2	33,8	-	-	118,0	12,0%	274,9	57.258	2,1 (0,6 - 7,8)
Manutenção de equipamentos consumidores de energia	1	-	-	7,6	-	7,6	0,8%	23,0	3.401	1,6
Isolamentos térmicos	9	10,6	58,4	15,0	-	84,0	8,5%	225,3	42.456	1,2 (0,4 - 3,8)
Transportes	1	-1,5 ^(c)	-	-	4,5	3,2	0,3%	11,2	4.401	6,3
Formação e sensibilização de recursos humanos ^(d)	1	2,2	0,5	-	-	2,7	0,3%	6,1	1.486	1,7
Outros	2	1,3	9,6	-	-	10,9	1,1%	28,6	4.867	2,0 (1,8 - 3,6)

^(a) EE – Energia Elétrica; GN – Gás Natural; V – Vapor; G – Gasóleo

^(b) PRI – Período de Retorno do Investimento

^(c) Aumento do consumo

^(d) Acresce a esta medida, uma economia de energia de 0,2 tep (gasolina) não indicada no quadro

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: 978-972-8646-77-6 | Ano de publicação: 2019

