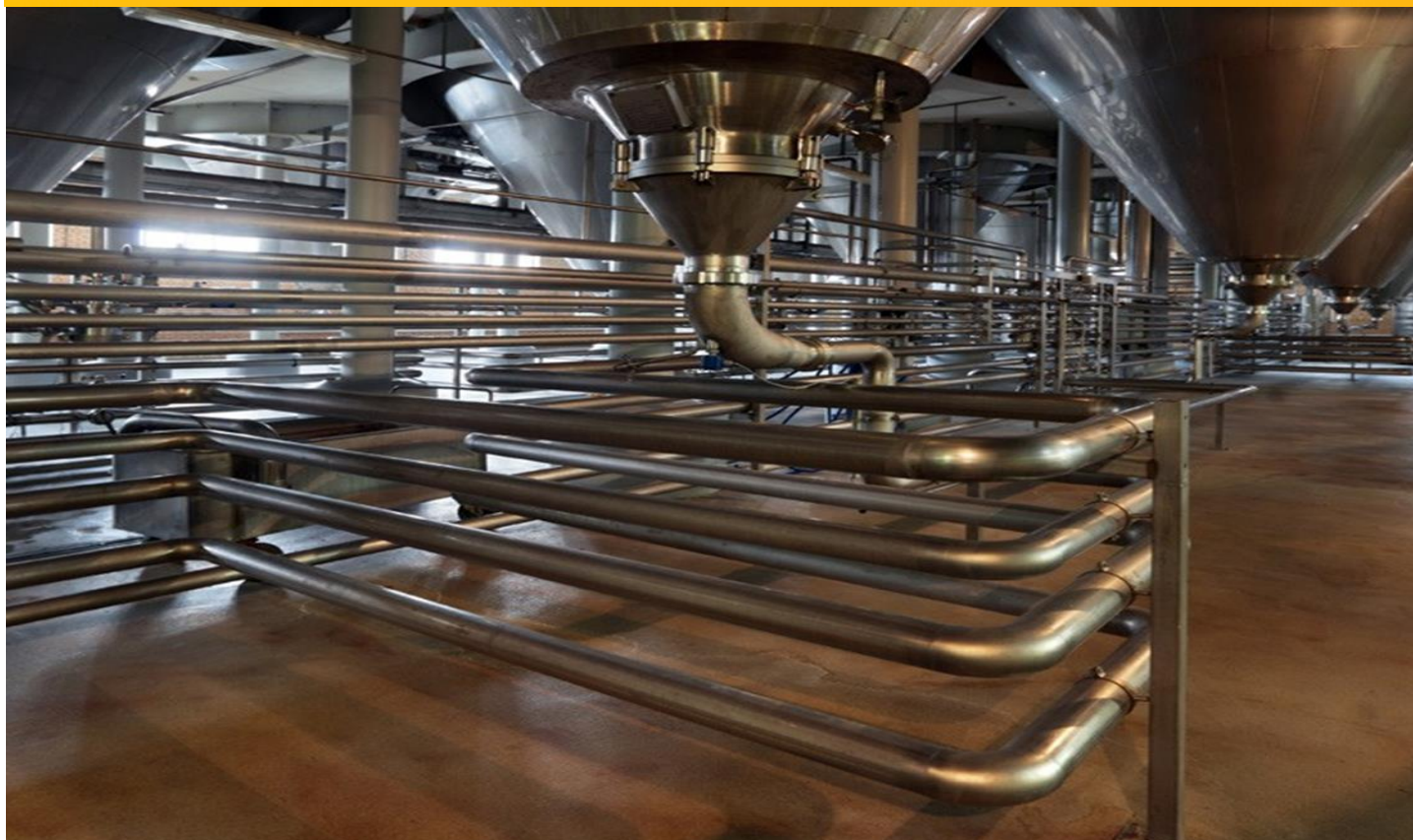


# CADERNOS SUBSETORIAIS



# FABRICAÇÃO DE CERVEJA

CAE 11050  
2018



**sgcie** SISTEMA DE GESTÃO  
DOS CONSUMOS  
INTENSIVOS DE ENERGIA

# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	4
V.    FABRICO DO MOSTO .....	4
VI.   DECANTAÇÃO/ARREFECIMENTO.....	5
VII.  FERMENTAÇÃO .....	5
VIII. FILTRAÇÃO/ARMAZENAGEM.....	5
IX.   ENCHIMENTO.....	6
X.    EXPEDIÇÃO.....	6
3. UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	7
4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	9
5. MEDIDAS DE ECONOMIA DE ENERGIA MAIS FREQUENTES E COM MAIOR IMPACTO.....	11
I.    ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS MEDIDAS.....	11
II.   ANÁLISE DAS MEDIDAS POR TIPOLOGIA .....	12

# 1. INTRODUÇÃO

A indústria cervejeira representa 1,5% do produto interno bruto nacional, reunindo mais de 1.000 empresas como fornecedoras e mais de 90.000 como clientes. Este subsetor é bastante importante para a economia portuguesa na medida em que contribui para o aumento das exportações e garante a subsistência de alguns subsectores da indústria agroalimentar, nomeadamente, o da produção de cevada. Em termos de consumos energéticos, trata-se de um subsetor industrial considerado, em geral, consumidor intensivo de energia o que permite concluir da existência de potencial de redução dos consumos de energia nas respetivas instalações. No presente documento, foram analisadas as instalações deste subsetor de atividade, que à data se encontram a cumprir o disposto no 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 nos horizontes futuros.

No capítulo 2 deste caderno, apresenta-se um fluxograma genérico do processo de fabrico de cerveja, 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 (SGCIE) e os indicadores de eficiência energética (Consumo Específico de Energia 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.

Não é contemplado nesta ficha o indicador de eficiência energética – Intensidade Energética – definido pela razão entre o consumo total de energia primária e o Valor Acrescentado Bruto gerado nessa instalação, devido ao facto de 2 das 4 instalações produzirem (para além de cerveja) outros produtos, o que, inviabiliza o cálculo deste indicador para o produto cerveja e por consequência, proceder a uma análise de apenas 2 instalações carece de rigor estatístico

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 11050 tem como principal atividade a fabricação de cerveja. Embora possam existir algumas variações na forma de produzir cerveja, a maioria das empresas segue um processo produtivo semelhante ao apresentado na Figura 1 (salientando-se a laranja, as etapas onde normalmente se verificam os maiores consumos de energia).



Figura 1 Fluxograma simplificado do processo

Segue-se uma descrição sintética das etapas deste processo.

### V. FABRICO DO MOSTO

Esta fase compreende diferentes etapas, tais como: moagem, brassagem, filtração do mosto e ebulição do mosto.

O fabrico do mosto inicia-se com a moagem dos cereais utilizados como matéria-prima, que vão ser misturados com água numa sequência previamente definida.

Posteriormente, a farinha proveniente dos cereais é submetida, após mistura com água, a condições operatórias em que as variáveis tempo, temperatura e pH são utilizadas de forma a obter-se um

mosto de composição adequada ao tipo de cerveja a produzir. Esta etapa, designada brassagem, dura entre 2 a 4 horas e termina a uma temperatura próxima dos 78 0C. Seguidamente, todo o volume é sujeito a uma filtração para separar a fase sólida do mosto que será sujeito a uma ebulição violenta durante cerca de 1 hora na caldeira de fervura. Durante este processo é adicionado o lúpulo que confere à cerveja o aroma e amargo característicos.

## VI. DECANTAÇÃO/ARREFECIMENTO

Após ebulição, é necessária a separação do precipitado proteico e dos componentes do lúpulo não solubilizados do mosto quente, que é realizada por decantação. Posteriormente, o mosto decantado é arrefecido num permutador onde circula água fria, em contracorrente.

Depois desta fase, o mosto é enviado para a sala de fermentação onde é arrefecido até uma temperatura de cerca de 10 0C e arejado em condições estéreis.

## VII. FERMENTAÇÃO

O mosto é fermentado durante cerca de 10 dias ao longo da qual a levedura consome os açúcares e outros nutrientes presentes no mosto, convertendo-os em álcool etílico, gás carbónico e outros compostos. Durante a fermentação a temperatura é rigorosamente controlada. De seguida, dá-se a maturação e estabilização da cerveja, a temperaturas controladas e adequadas a cada operação.

Terminada a fermentação, a temperatura é reduzida bruscamente o que provoca a precipitação da levedura que é removida pelo fundo do fermentador. De seguida a cerveja é mantida a baixa temperatura durante cerca de uma semana (guarda) onde ocorrem algumas reações que melhoram a estabilidade da cerveja. No final da guarda, a cerveja turva é enviada para a filtração.

## VIII. FILTRAÇÃO/ARMAZENAGEM

Esta etapa tem como principal objetivo conferir transparência à cerveja e melhorar a sua estabilidade. Para tal, é necessário bombear o líquido através de um meio filtrante adequado. A cerveja filtrada é então armazenada em tanques, permanecendo nos mesmos até ser enviada para as linhas de enchimento de garrafas, barris ou latas.

## IX. ENCHIMENTO

O enchimento é a etapa final do processo produtivo que consiste em acondicionar a cerveja em diferentes tipos de embalagens. Este processo é realizado em atmosfera de gás carbónico, evitando o contacto com o ar e, conseqüentemente, fenómenos de oxidação (altera negativamente as características do produto). Seguidamente o produto segue para pasteurização (tratamento térmico a temperaturas moderadas e durante um tempo limitado) para inibição da multiplicação de leveduras que não foram removidas no processo de filtração. Este processo é importante na medida em que garante a estabilidade microbiológica do produto.

É importante referir que, uma vez que a cerveja é um produto natural que se degrada com o envelhecimento (ao contrário do vinho, por exemplo), é necessário garantir a qualidade do produto nos armazéns e espaços de venda evitando temperaturas elevadas, variações de temperatura e exposição à luz solar.

## X. EXPEDIÇÃO

Após engarrafamento procede-se à colocação de rolhas e rótulos para posterior paletização e 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	31,4%	Força motriz em vários equipamentos, iluminação, climatização, ar comprimido, sistemas de bombagem
Vapor	18,5%	Aquecimento de fluidos
Gás Natural	42,4%	Produção de energia elétrica e térmica (vapor e água quente)
Fuelóleo	2,4%	Produção de vapor
Água Quente	5,3%	Pré-aquecimento de ar, estufas de secagem.

\*Para além das formas de energia indicadas, também se consumiram (residualmente), o biogás, GPL e gasóleo

**Quadro 1** Desagregação do consumo de energia primária na fabricação de cerveja

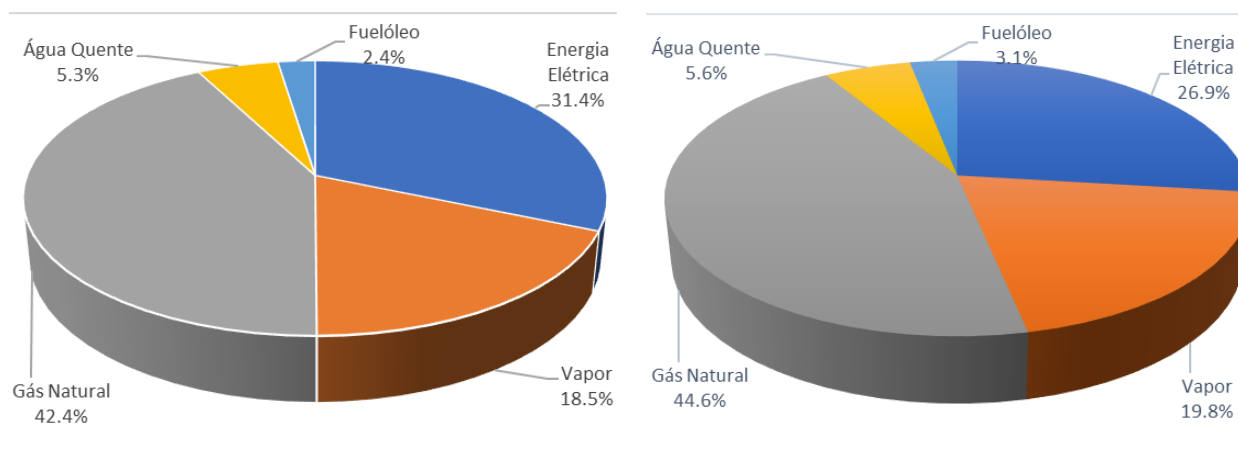
Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 11050 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PREn, totalizou cumulativamente 21.248 tep, correspondendo a uma emissão de 54.194 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.

O Quadro 2 ilustra a desagregação, por forma de energia, dos consumos energéticos e das emissões de CO<sub>2</sub> associados a essas instalações da CAE 11050.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO <sub>2</sub>	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO <sub>2</sub> ]	%
Energia Elétrica	31.022	MWh	6.670	31,4%	14.580	26,9%
Vapor	60.337	t	3.939	18,5%	10.731	19,8%
Gás Natural	8.364	t	9.008	42,4%	24.176	44,6%
Fuelóleo	532	t	513	2,4%	1.660	3,1%
Água Quente	11.709	t	1.119	5,3%	3.048	5,6%
Total			21.248	100%	54.194	100%

**Quadro 2** Estrutura de consumos anuais de energia primária e de emissões de CO<sub>2</sub> das instalações do SGCIE

Na Figura 2 apresenta-se a distribuição de energia primária e emissões de CO<sub>2</sub> associadas a cada forma de energia.



**Figura 2** Distribuição de consumos de energia primária e emissões de CO<sub>2</sub>

Tendo em consideração a informação disponibilizada no Quadro 2 e na Figura 2, verifica-se que o gás natural, é a componente energética com maior peso na estrutura de consumos destas instalações, representando 42% do consumo de energia primária; em conjunto, aproximadamente  $\frac{3}{4}$  do consumo de energia do subsetor se deve ao consumo de gás natural e de energia elétrica.

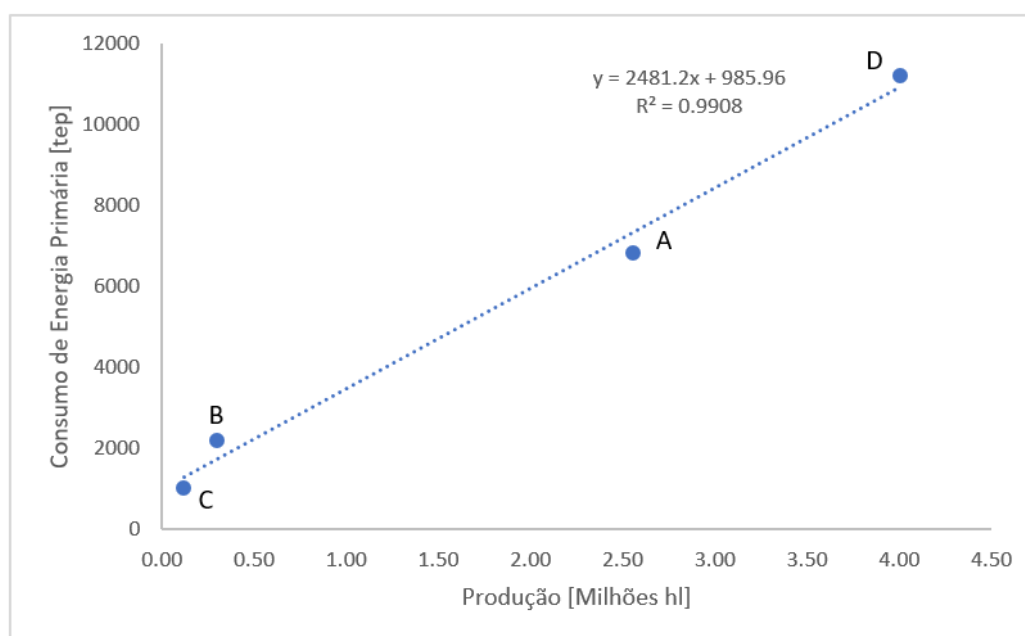
O gráfico referente às emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> segue praticamente a mesma tendência do gráfico do consumo de energia.



## 4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De modo a obter-se uma panorâmica das instalações da CAE 11050 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. Pela análise da Figura 3, verifica-se de forma inequívoca a existência de uma relação linear entre os consumos de energia e os volumes de produção. Como consequência desta distribuição, a relação entre consumo de energia primária e produção para as diferentes instalações apresenta uma correlação de 99,5% (valor de R), o que indica que é possível prever gamas de consumo tendo em conta os volumes de produção, ou seja, os consumos de energia das instalações do presente subsetor dependem diretamente dos níveis de produção.



**Figura 3** Comparação entre o Consumo de Energia Primária e Produção

As instalações D e A são as instalações com maiores volumes de produção (mais de 2,5 milhões de hectolitros) e as que apresentam menores consumos de energia por unidade produzida.

No Quadro 3, são apresentados os valores mínimos, máximos e de referência da amostra dos indicadores Consumo Específico (CE) e da Intensidade Carbónica (IC) relativo às 4 instalações.

Variável Estatística	CE [kgep/t]	IC [tCO2/tep]
Mínimo	2,68	2,40
Valor de referência da amostra*	3,05a)	2,55b)

Máximo	8,67	2,77
--------	------	------

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

- a) Pela soma dos consumos de energia de 8 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- b) Pela soma das emissões de CO<sub>2</sub> de 8 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- c) Pela soma dos consumos de energia de 8 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

### Quadro 3 Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 11050

A instalação A é a que apresenta o menor consumo por unidade produzida (2,68 kgep/hl), enquanto que a instalação C (a que tem menor produção), apresenta o mais elevado consumo de energia por unidade produzida (8,67 kgep/hl).

No que respeita à Intensidade Carbónica, a instalação B é a que apresenta as menores emissões de CO<sub>2</sub> por unidade de energia consumida (2,40 tCO<sub>2</sub>/tep), enquanto que a instalação A, é a que apresenta as maiores emissões de CO<sub>2</sub> por unidade de energia consumida (2,77 tCO<sub>2</sub>/tep).

Conciliando os dois indicadores de eficiência energética, a instalação D é a que apresenta o melhor desempenho energético/ambiental, com valores de ambos os indicadores inferiores aos respetivos valores médios.

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

Depois de selecionadas as 22 medidas propostas nos 4 PReN das instalações que cumprem o SGCI, foram feitas duas análises às mesmas que, no total, permitem uma potencial economia de energia de 792 tep, equivalente à redução de 1.864 t de CO<sub>2</sub> e uma redução da fatura energética no valor de 351.919 € (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]					Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	Vapor	GN	Fuelóleo	Total		
22	557	18	183	34	792	792	1.864

**Quadro 4** Potenciais economias presentes nos 4 PReN das instalações da CAE 11050

A primeira análise, uma análise individualizada de todas as medidas, permitiu selecionar as 7 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 7 medidas acima referidas. Através da sua análise, verifica-se que a implementação destas permite uma redução de 712 tep do consumo de energia primária e de 1.662 t nas emissões de CO<sub>2</sub>, o que corresponde a 90% do potencial de economia de energia da totalidade das medidas apresentadas e 89 %, da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 2.675.000 € que teria um período de retorno médio de 8,6 anos.

Dentro das 7 medidas identificadas, as medidas “Otimização do funcionamento da central de frio”, “Substituição de iluminação por outra mais eficiente” e “Eliminação de fugas de vapor” 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 CO2 [t]	Redução da Fatura Energética [€/ano]	PRI Médio [ano] (Variação)
			EE <sup>(a)</sup>	V <sup>(a)</sup>	GN <sup>(a)</sup>	F <sup>(a)</sup>	Total				
Isolamento de válvulas e tubagens	Vapor, GN, F	0,29%	-	17,7	18,8	5,4	41,9	5,30%	116,1	19.352	2,5 (0,0 – 7,4)
Otimização do funcionamento da central de frio	EE	5,38%	368,0	-	-	-	368,0	46,50%	804,4	171.428	11,7 (-)
Substituição de iluminação por outra mais eficiente	EE	0,89%	108,7	-	-	-	108,7	13,80%	237,7	49.477	1,2 (0,6 – 2,1)
Sistema integrado de gestão dos consumos e dos custos da energia	EE, GN	0,59%	19,6	-	20,4	-	40	5,06%	97,5	14.421	4,7 (-)
Instalação de nova caldeira	GN	3,05%	-	-	66,7	-	66,7	8,44%	179,0	24.760	18,6 (-)
Eliminação de fugas de vapor	GN	3,50%	-	-	76,7	-	76,7	9,70%	205,8	28.493	1,0 (-)
Redução das fugas ar comprimido	EE	0,45%	9,8	-	-	-	9,8	1,24%	21,4	3.443	1,2 (-)
			506,1	17,7	182,6	5,4	711,8	90,04%	1.661,9	311.374	-

(a) Energia Elétrica; V - Vapor; GN - Gás Natural; F - Fuelóleo

**Quadro 5** Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 4 PReN das instalações da CAE 11050

## 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 pertencentes às tipologias “Iluminação Eficiente” e “Frio Industrial” permitem uma redução anual nos consumos de 477 tep, que corresponde a 60% do total das reduções previstas.

Estas medidas, juntamente com as medidas destinadas aos “Sistemas de Combustão” e “Outros” representam cerca de 85% do potencial de economia em termos energéticos. Foram identificadas um total de 9 medidas destinadas a estes quatro grupos. Estas medidas apresentam um período de retorno de investimento médio de 8,5 anos. O elevado valor do PRI médio é penalizado pelos elevados PRI referentes às medidas “Otimização do funcionamento da central de frio” e “Instalação de nova caldeira” (ver Quadro 5); se excluirmos estas medidas (por norma pontuais), o PRI médio do subsector seria igual ou inferior a 2 anos.

Por fim, e como se pode observar no Quadro 6, as medidas “Isolamentos térmicos”, “Iluminação eficiente” e “Sistemas de combustão” são as que aparecem com maior frequência, em oposição, às 4 últimas medidas com única ocorrência.

Com a informação disponível respeitante às 8 instalações deste subsetor que cumprem o SGCIE, no seu global, o investimento em medidas de eficiência energética gera um PRI médio de 2,0 anos.

Natureza da Medida	Nº Vezes	EE(a) [tep]	V(a) [tep]	GN(a) [tep]	F(a) [tep]	Total [tep]	Peso Relativo da Economia	Redução das Emissões de CO2 [t]	Redução da Fatura Energética [€]	PRI Médio(b) (min-máx) [anos]
Isolamentos térmicos	6	-	17,7	18,8	5,4	41,9	5,3%	116,1	19.352	2,5 (0,0 – 7,4)
Iluminação eficiente	3	108,7	-	-	-	108,7	13,8%	237,7	49.477	1,2 (0,6 – 2,1)
Sistemas de combustão	3	-	-	66,7	28,2	94,9	12,0%	270,3	46.385	10,8 (0,2 – 18,6)
Sistemas de bombagem	2	3,5	-	-	-	3,5	0,4%	7,6	1.819	1,0 (0,3 – 4,2)
Sistemas de compressão	2	20,2	-	-	-	20,2	2,6%	44,1	7.080	2,3 (1,2 – 3,4)
Outros	2	27,7	-	76,7	-	104,4	13,2%	266,4	38.214	1,5 (1,0 – 3,1)
Frio industrial	1	368	-	-	-	368,0	46,5%	804,4	171.428	11,7 (-)
Otimização de motores	1	0,5	-	-	-	0,5	0,1%	1,1	247	7,8 (-)
Monitorização e controlo	1	19,6	-	20,4	-	40,0	5,1%	97,5	14.421	4,7 (-)
Manutenção de equipamentos consumidores de energia	1	8,6	-	-	-	8,6	1,1%	18,8	3.496	0,9 (-)

(a) EE – Energia Elétrica; V – Vapor; GN – Gás Natural; F – Fuelóleo

(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

