

# CADERNOS SUBSETORIAIS



## SERRAÇÃO DE MADEIRA

CAE 16101

2019



**sgcie**

SISTEMA DE GESTÃO  
DOS CONSUMOS  
INTENSIVOS DE ENERGIA



Agência para a Energia

# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	5
I. DESTROÇAMENTO.....	5
II. MOAGEM HÚMIDA .....	6
III. SECAGEM .....	6
IV. MOAGEM SECA .....	6
V. PELETIZAÇÃO.....	7
VI. ENSACAGEM E ARMAZENAMENTO.....	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 1610 – Serração, aplainamento e impregnação da madeira, de acordo com os dados das Estatísticas da Produção Industrial - 2017 do INE, tinha em atividade no referido ano, 440 unidades de produção que geraram um valor de vendas perto de 377 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado nacional que absorve 59% da totalidade do valor das vendas; no mercado exportador, aproximadamente 83% do valor das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. Este subsetor em termos do valor de vendas, representa perto de 14% do valor total das vendas do setor da Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, exceto mobiliário; fabricação de obras de cestaria e de espartaria (CAE 16).

O presente relatório refere-se à Classificação da Atividade Económica 16101 – Serração de madeira, pelo que, não se conhece de todo a representatividade desta subclasse de atividade dentro da CAE 1610

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 *pellets* de madeira, 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 6 instalações (6 empresas) e a informação recolhida abrange o período de 2014 – 2018. Nesta amostra, refira-se que 1 empresa aderiu voluntariamente ao SGCIE.

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 16101 tem como principal atividade a serração de madeira. O principal produto fabricado nas instalações que constam do SGCIE são *pellets* de madeira; na Figura 1, apresenta-se um fluxograma genérico do processo de fabrico deste produto.

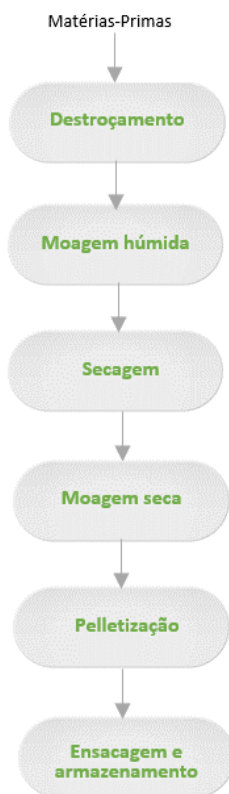


Figura 1 Fluxograma simplificado do processo

Segue-se uma descrição sintética das etapas deste processo.

### I. DESTROÇAMENTO

As matérias-primas que estão na base do fabrico de *pellets* são essencialmente o serrim e os resíduos de madeira, sendo a mais utilizada a madeira de pinho. Os *pellets* são um biocombustível sólido utilizado para produção de calor ou de águas quentes, com aplicação em todos os setores (industrial, residencial e serviços).

O processo de produção de *pellets* para o setor industrial ou para o setor residencial é o mesmo, diferindo apenas no diâmetro dos grãos obtidos na fase final de prensagem. Os *pellets* de uso doméstico apresentam um diâmetro menor e uma maior percentagem de rolaria na sua composição, quando comparadas com os *pellets* de uso industrial.

O processo de fabrico inicia-se com o transporte da matéria-prima, que é efetuado através de tapetes e *redlers* para descascadores e destroçadores que transformam a rolaria de madeira em estilha (pequenos pedaços de pinho com 3 a 10 cm de comprimento). Uma vez obtida a estilha (também designada por estilha verde), segue para um armazém onde é misturada com outras matérias-primas (serrim diverso).

## II. MOAGEM HÚMIDA

É a partir do referido armazém que é alimentada a restante linha de produção consoante a necessidade, fazendo passar esta mistura de estilha e serrim pelo crivo de processo, onde é separado o serrim da estilha com tamanho aceitável. Aqui, a estilha mais grossa é rejeitada e o serrim é encaminhado para um silo de armazenamento. A estilha que não é rejeitada segue para os moinhos, (também designados por moinhos de verdes), onde é reduzido o seu tamanho. Posteriormente é encaminhada para o mesmo silo.

## III. SECAGEM

O serrim húmido proveniente dos silos (com humidades que podem variar entre 30% e 50%, conforme a matéria-prima e época do ano ) é introduzido num secador rotativo horizontal, onde passa pelo processo de secagem realizado através do aproveitamento dos gases de exaustão das fornalhas de biomassa. O serrim seco (normalmente com teor de humidade entre 8 a 12%) segue pelos tapetes de transporte até ao silo de armazenamento ou até à alimentação dos moinhos secos. De salientar que dependendo do tipo de produto (doméstico ou industrial), o valor da humidade do produto à saída varia.

## IV. MOAGEM SECA

Na linha de secos, o material é conduzido por um crivo que separa os elementos mais finos (serrim). O restante material segue para um grupo de moinhos de martelos de configuração diferente, que garante a homogeneização de todo o material em termos de tamanho, normalmente quanto mais em forma de serrim (designado por pó de *pellet*), melhor. De seguida o material segue para as granuladoras onde é formado o *pellet*.

## V. PELLETIZAÇÃO

É no processo de granulação que o serrim através de ação mecânica de compressão assume a sua forma final, o *pellet*, um granulado de forma cilíndrica.

O serrim é elevado para os tapetes de alimentação das granuladoras e enviado para as respectivas prensas, onde é introduzido vapor de água (aglutinação do serrim) para a formação dos *pellets*.

Posteriormente, os grânulos são enviados para silos de armazenamento ou para as linhas de ensacagem e paletização; os grânulos rejeitados são reintroduzidos no processo de moagem seca.

## VI. ENSACAGEM E ARMAZENAMENTO

O produto acabado, já sob forma de *pellet*, é armazenado em silos.

O ensaque, a etapa final do processo produtivo, compreende todas as ações necessárias ao correto embalamento e para os diferentes formatos: *big-bags* de 1000 kg ou em sacos de 15 kg. A expedição e comercialização do produto também pode ser feita a granel.

### 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	39,8%	Força motriz em vários equipamentos dos processos produtivos, iluminação, ar comprimido, sistemas de ventilação, ciclones
Outra biomassa primária sólida	37,0%	Produção de ar quente para secagem da matéria-prima
Madeira/resíduos de madeira	21,5%	Produção de ar quente para secagem da matéria-prima
Gasóleo	1,7%	Frota automóvel; máquinas de transporte de madeira, biomassa florestal, outros

**Quadro 1** Desagregação do consumo de energia primária na serração de madeira

Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 16101 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PREn, totalizou cumulativamente 34.821 tep, correspondendo a uma emissão de 32.104 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.

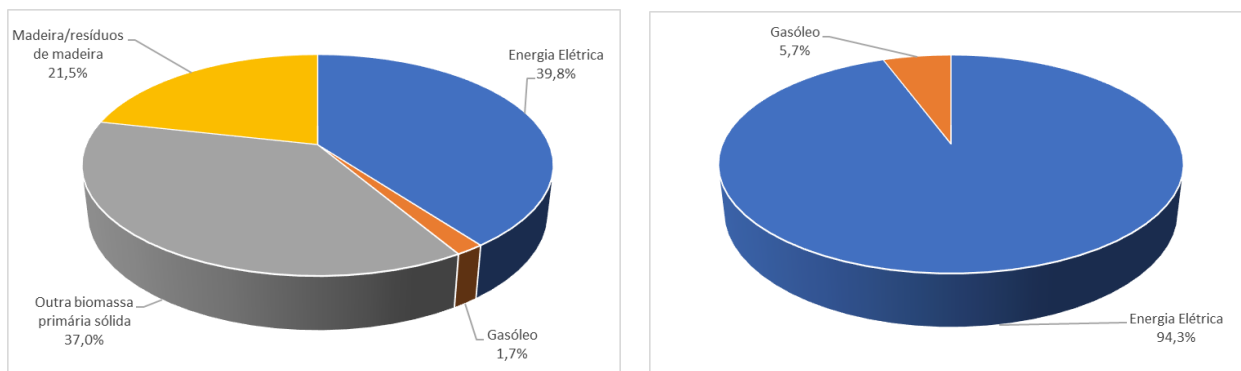
O Quadro 2 ilustra a desagregação, por forma de energia, dos consumos energéticos e das emissões de CO<sub>2</sub> associados a essas instalações da CAE 16101.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO <sub>2</sub>	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO <sub>2</sub> ]	%
Energia Elétrica	64.447	MWh	13.856	39,8%	30.289	94,3%
Outra biomassa primária sólida	46.572	t	12.900	37,0%	-	-
Madeira/resíduos de madeira	20.051	t	7.479	21,5%	-	-
Gasóleo	568	t	586	1,7%	1.815	5,7%
<b>Total</b>			<b>34.821</b>	<b>100%</b>	<b>32.104</b>	<b>100%</b>

**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 dos consumos de energia primária e das emissões de CO<sub>2</sub>

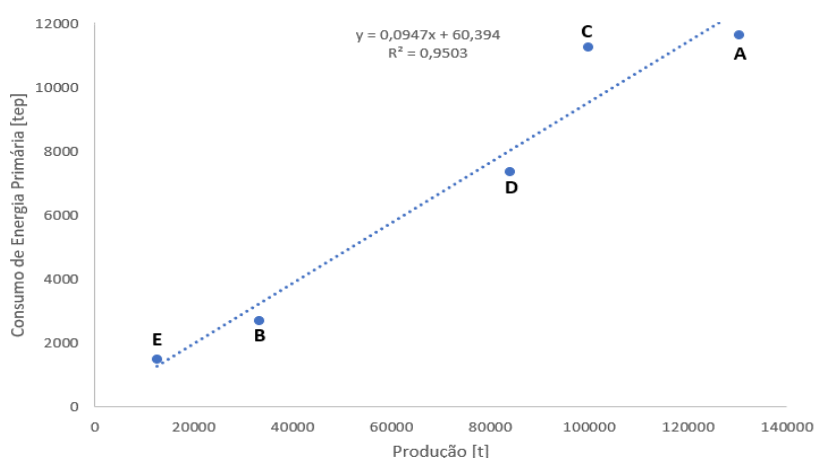
Tendo em consideração a informação disponibilizada no Quadro 2 e na Figura 2, verifica-se que a energia térmica (proveniente da madeira e da biomassa) é a principal componente na estrutura de consumos destas instalações, seguindo-se a energia elétrica, e residualmente, o consumo de gasóleo.

No que respeita ao gráfico referente às emissões equivalentes de CO<sub>2</sub>, verifica-se que quase a totalidade das emissões do setor respeitam à energia elétrica, uma vez que, as fontes de energia renovável não contribuem para as emissões de CO<sub>2</sub>.

## 4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De modo a obter-se uma panorâmica das instalações da CAE 16101 que constam do SGCIE, representaram-se os consumos energéticos de 5 das 6 instalações, em função da sua produção (ver Figura 3).

Por norma, o consumo de energia é diretamente proporcional à produção; é o caso para este conjunto de instalações, conforme se pode observar na Figura 3. Existe proporcionalidade entre os consumos de energia e a produção, confirmada pelo alto valor do coeficiente de correlação R que deve ser o mais próximo de 1.



**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 5 instalações, 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 no que respeita à Intensidade Carbónica. Tal, se deve ao facto de a instalação com o maior valor da IC não utilizar combustíveis

Variável Estatística	CE [kgep/t]	IC [tCO <sub>2</sub> /tep]	IE [kgep/euro]
Mínimo	62,7	0,65	3,0
Valor de referência da amostra*	67,2 <sup>a)</sup>	0,92 <sup>b)</sup>	4,3 <sup>c)</sup>
Máximo	76,6	2,71	6,4

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

- Pela soma dos consumos de energia de 5 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- Pela soma das emissões de CO<sub>2</sub> das 6 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- Pela soma dos consumos de energia de 5 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

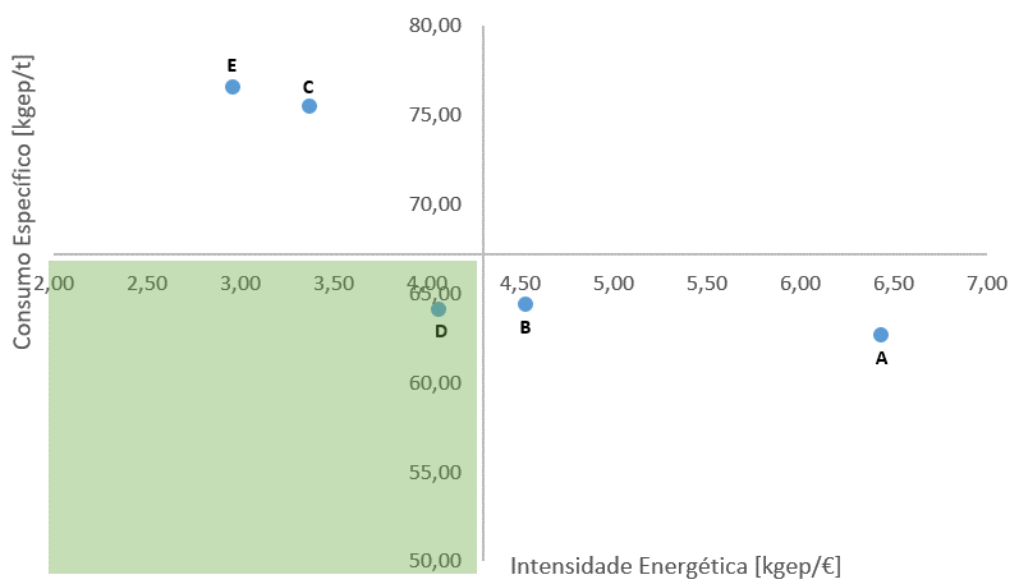
**Quadro 3** Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 16101

renováveis no seu processo de produção, o que eleva de forma substantiva a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> por unidade de energia consumida.

No que respeita aos valores relativos ao indicador CE, a instalação que apresenta o menor consumo específico de energia é a instalação que apresenta simultaneamente o maior consumo de energia e a maior produção, pelo que, o seu consumo específico de energia beneficia do efeito de escala consumo de energia vs produção, em oposição, à instalação que apresenta o valor mais do CE que é simultaneamente a que apresenta o menor consumo de energia e a menor produção.

Relativamente à intensidade energética, a instalação com o valor mais alto deste indicador é aquela que apresenta simultaneamente a produção de menor valor acrescentado e o mais alto consumo de energia das 5 instalações, o que afeta negativamente a intensidade energética do VAB da respetiva instalação.

Comparando o Consumo Específico com a Intensidade Energética de 5 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 5 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 respetivos 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 D, 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 27 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 1.726 tep, equivalente à redução de 1.552 t de CO<sub>2</sub> e uma redução da fatura energética no valor de 407.506€ (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]					Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	Outra biomassa primária sólida	Madeira/resíduos de madeira	Gasóleo	Total		
27	708	604	413	1	1.726	1.552	407.506

**Quadro 4** Potenciais economias presentes nos 6 PReN das instalações da CAE 16101

A primeira análise, uma análise individualizada de todas as medidas, permitiu selecionar as 3 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 3 medidas acima referidas. Através da sua análise, verifica-se que a implementação destas permite uma redução de 654 tep do consumo de energia primária e de aproximadamente 1.414 t nas emissões de CO<sub>2</sub>, o que corresponde a 38% do potencial de economias de energia da totalidade das medidas apresentadas e a 91%, da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Existem outras medidas passíveis de serem aplicadas, mas foram implementadas caso a caso e por essa razão não foram extrapoladas para as 6 instalações que constam do presente caderno subsetorial.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 203.620 € que

teria um período de retorno médio inferior a um ano.

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 <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€/ano]	PRI Médio [ano] (Variação)
			EE <sup>(a)</sup>	BIO <sup>(a)</sup>	M/RM <sup>(a)</sup>	Total				
Aplicação de controladores de binário em motores de indução trifásicos	EE	5,1%	587,9	-	-	587,9	34,1%	1.285	239.976	0,4 (0,3 - 0,5)
Substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas com tecnologia LED	EE	0,1%	26,1	-	-	26,1	1,5%	57,1	12.875	6,2 (3,4 - 16,4)
Instalação de sistemas de gestão de energia <sup>(b)</sup>	EE	0,9%	30,8	-	8,3	40,4	2,3%	71,4	15.070	1,8 (1,1 - 5,5)
			644,8	-	8,3	654,4	37,9%	1.414	296.168	-

<sup>(a)</sup> EE – Energia Elétrica; BIO – Outra Biomassa Primária Sólida; M/RM – Madeira/Resíduos de Madeira

<sup>(b)</sup> Acresce a esta medida, uma economia de energia de 1,3 tep (gasóleo) não indicada no quadro

**Quadro 5** Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 6 PReN das instalações da CAE 16101

## 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 “Recuperação de calor”, “Iluminação eficiente” e “Outros”, as quais, geram uma redução anual nos consumos de aproximadamente 1.597 tep, correspondente a perto de 93% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO<sub>2</sub>, estas medidas representam no seu conjunto uma redução anual de 1.314 t, correspondente a aproximadamente 85% do total das reduções previstas; relativamente à redução da fatura energética, correspondem a 87% 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 “Iluminação eficiente”, “Otimização de motores”, “Sistemas de compressão” e “Monitorização e controlo”.

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 6 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 <sup>(a)</sup> [tep]	BIO <sup>(a)</sup> [tep]	M/RM <sup>(a)</sup> [tep]	G <sup>(a)</sup> [tep]	Total [tep]	Peso Relativo da Economia	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€]	PRI Médio <sup>(b)</sup> (min-máx) [anos]
Otimização de motores	6	594,9	-	-	-	594,9	34,5%	1.300	243.057	0,5 (0,3 - 5,8)
Sistemas de compressão	4	15,9	-	-	-	15,9	0,9%	34,8	9.085	4,3 (0,0 - 6,0)
Recuperação de calor	2	-	596,1	-	-	596,1	34,5%	-	60.691	6,2 (5,8 - 9,8)
Iluminação eficiente	7	32,5	-	-	-	32,5	1,9%	71,1	16.604	6,0 (3,4 - 16,4)
Monitorização e controlo	4	51,7	8,3	-	1,3	61,3	3,6%	117,1	23.566	2,2 (1,1 - 5,5)
Formação e sensibilização de recursos humanos	1	6,8	-	13,5	-	20,3	1,2%	14,9	2.755	3,3
Outros	3	6,1	-	399,4	-	405,5	23,5%	13,2	51.749	0,2 (0,2 - 1,0)

<sup>(a)</sup> EE – Energia Elétrica; BIO – Outra Biomassa Primária Sólida; M/RM – Madeira/Resíduos de Madeira; G – Gasóleo

<sup>(b)</sup> 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: 978-972-8521-25-7 | Ano de publicação: 2019

