

# CADERNOS SUBSETORIAIS



## DESCASQUE, BRANQUEAMENTO E OUTROS TRATAMENTOS DO ARROZ

CAE 10621  
2018



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



# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	4
I. RECEÇÃO DO ARROZ .....	5
II. SECAGEM .....	5
III. DESCASQUE.....	5
IV. BRANQUEAMENTO E POLIMENTO .....	6
V. SEPARAÇÃO DA TRINCA .....	6
VI. SEPARAÇÃO POR COR .....	7
VII. ARMAZENAMENTO E EMBALAMENTO .....	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 10612 – Descasque, branqueamento e outros tratamentos do arroz, de acordo com os dados das *Estatísticas da Produção Industrial - 2016* do INE, tinha em atividade no referido ano, 12 unidades de produção que geraram um valor de vendas superior a 140 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado nacional, que absorve quase 73% do valor das vendas. No mercado exportador, 59% das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. Este subsetor de atividade em termos de vendas de produtos, representa 1,3% do valor total das vendas do setor das Indústrias Alimentares.

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 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 deste subsetor, 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, 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 e a informação recolhida abrange o período de 2011 – 2017.

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 10612 tem como principal atividade o descasque, branqueamento e outros tratamentos do arroz. Pelo facto de a maioria das empresas que constam do SGCIE produzirem arroz branco, apresenta-se na Figura 1, um fluxograma genérico desta atividade.

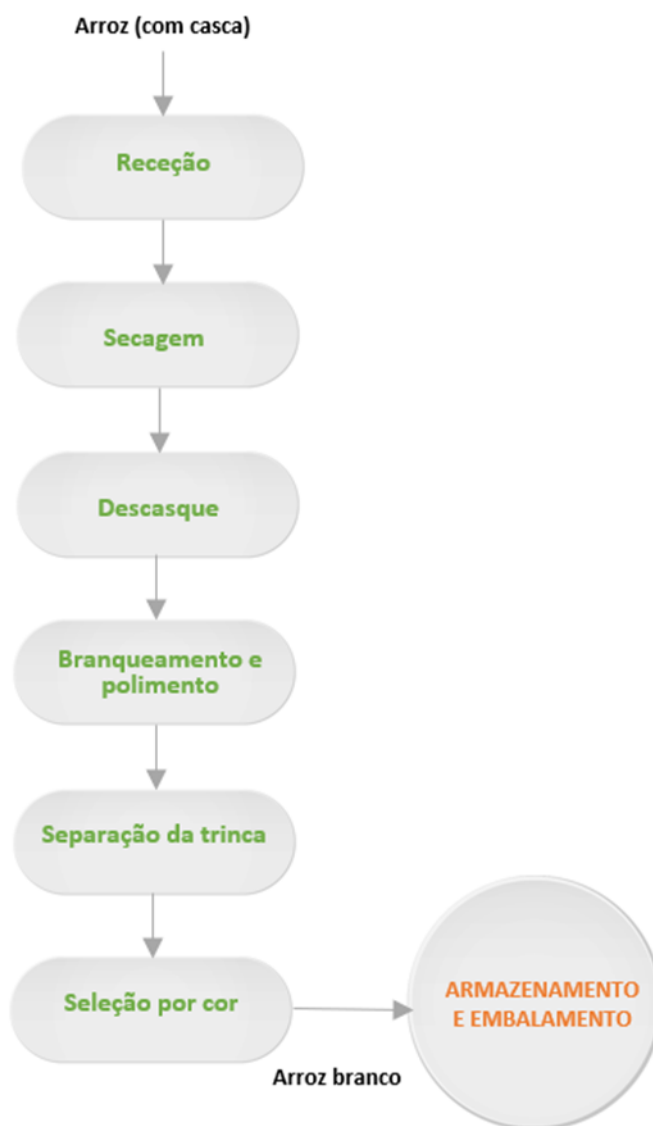


Figura 1 Fluxograma simplificado do processo produtivo

Segue-se uma descrição sucinta das etapas deste processo produtivo, que contempla também, a secagem e o descasque do arroz.

## I. RECEÇÃO DO ARROZ

Normalmente o arroz com casca é recebido a granel, sendo depois transportado para silos.

Destes silos, o arroz vai para uma etapa chamada **pré-limpeza**, onde passa por um conjunto de peneiros (ou outros equipamentos específicos) para separação de impurezas mais grosseiras, que dificultam o processo de secagem.

Nesta etapa é muito importante verificar a humidade do arroz, que deve estar entre 12 e 13%, e a quantidade de grãos quebrados, a qual, deprecia muito o valor comercial do produto.

## II. SECAGEM

A secagem tem por objetivo a obtenção de um valor de humidade seguro (entre 13 - 14%), pois só nestas condições se consegue uma armazenagem controlada, na qual se pretende manter a integridade do produto, para que os grãos de arroz se conservem o maior tempo possível isentando de potenciais perdas inerentes ao seu valor nutricional e às qualidades organoléticas.

A secagem só é realizada quando o arroz apresenta uma humidade superior a 13 - 14% aquando da receção.

Os secadores (e as diversas tecnologias de secagem) mais empregados utilizam o calor proveniente de geradores de ar quente para secar os grãos, normalmente, com alguma forma de movimentação interna dos grãos; a temperatura de secagem oscila entre 35 a 40 °C.

Antecedendo a etapa do descasque do arroz, procede-se à limpeza do arroz seco de modo a eliminar impurezas como palhas, restos de caules de outras plantas, torrões, pedras, etc., e à calibração, que consiste na separação do arroz em função das suas dimensões.

Concluídas estas etapas, o arroz é guardado em armazéns ou silos, aguardando a sua utilização para as fases seguintes do processo.

## III. DESCASQUE

Concluídas as fases anteriores, segue-se o descasque, realizado por equipamentos designados por descascadores que retiram/removem a casca do arroz.

Estes equipamentos utilizam rolos de borracha que giram a diferentes rotações e em sentidos

opostos. O arroz passa através de um pequeno espaço existente entre os referidos rolos, sofrendo um movimento de torção que faz com que a casca se separe do grão. São então removidas as glumas e glumelas, obtendo-se *arroz descascado, casca e farelo*; como nem todo o arroz é descascado neste processo, a mistura (de arroz descascado e não descascado) passa no separador *paddy* que os separa – o arroz em casca volta à etapa anterior e o arroz descascado (arroz em película) continua para a etapa seguinte.

## IV. BRANQUEAMENTO E POLIMENTO

Após o descasque, os grãos inteiros seguem para máquinas designadas por branqueadoras que retiram uma parte da camada escura do arroz chamada *farelo*; o farelo é um subproduto desta atividade, e pode ser vendido para empresas de produção de rações de animais ou para extração de óleos.

Estes equipamentos estão dotados de um conjunto de pedras abrasivas que giram no interior de uma rede metálica onde o grão de arroz é desgastado, por meio de fricção.

O polimento complementa o trabalho do branqueamento para a obtenção de uma melhor apresentação comercial dos grãos de arroz. Esta operação é realizada por máquinas polidoras que por meio de fricção suave contra redes de malha, mais finas do que as usadas nas branqueadoras, tem por objetivo eliminar as sêmeas ainda presentes.

## V. SEPARAÇÃO DA TRINCA

Quando o bago de arroz se parte no processo de branqueamento/polimento transforma-se em trinca.

A separação das trincas tem por objetivo a qualidade final pretendida do produto, pela existência da menor percentagem em grãos partidos; depois da separação das trincas estas são classificadas em função das suas dimensões. Os grãos inteiros são em seguida misturados com as trincas de maior dimensão em proporção conveniente e embalados, originando o arroz comercial.

A separação entre trinca e arroz, é efetuada inicialmente por “planchisters”, as quais efetuam a separação por meio de alvéolos. Alguma trinca que persista é eliminada através de “triores”, equipamento cilíndrico que por granulometria procede à separação.

## VI. SEPARAÇÃO POR COR

Após as etapas anteriores, o processamento do arroz passa ainda por classificadores óticos, que são equipamentos altamente eficientes na remoção e separação de contaminantes visíveis, tais como, grãos de arroz descoloridos, amarelos, cinzas, violetas, picados, farináceos, trincas e imaturos. Esta fase do processo melhora consideravelmente a aparência do produto.

## VII. ARMAZENAMENTO E EMBALAMENTO

No final de linha da produção segue-se o armazenamento; as condições de armazenagem devem manter integras as características intrínsecas do arroz até ao seu embalamento/empacotamento.

A armazenagem é feita em silos de aço *inox* ou em *big-bags* de polipropileno; o arroz não deve estar muito tempo armazenado de modo a evitar a sua deterioração.

Por fim, o arroz proveniente do armazenamento é encaminhado para os depósitos das máquinas de embalar/empacotar onde as embalagens/pacotes são formados, enchidos e fechados, sendo posteriormente enviados para a paletização, terminando o processo nos armazéns de produto acabado e pronto para 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	87,0%	Força motriz em vários equipamentos dos processos produtivos, iluminação, ar comprimido, sistemas de bombagem, sistemas de ventilação
Gás Natural	4,8%	Produção de ar quente (secadores)
Gasóleo	6,4%	Produção de vapor, produção de ar quente (secadores), frota de transportes, frota automóvel, movimentação interna
GPL	1,7%	Produção de ar quente (secadores)
Gasolina	0,2 %	Frota automóvel

**Quadro 1** Desagregação do consumo energia primária no descasque, branqueamento e outros tratamentos do arroz

Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 10612 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PReN, totalizou cumulativamente 4.554 tep, correspondendo a uma emissão de 10.345 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.

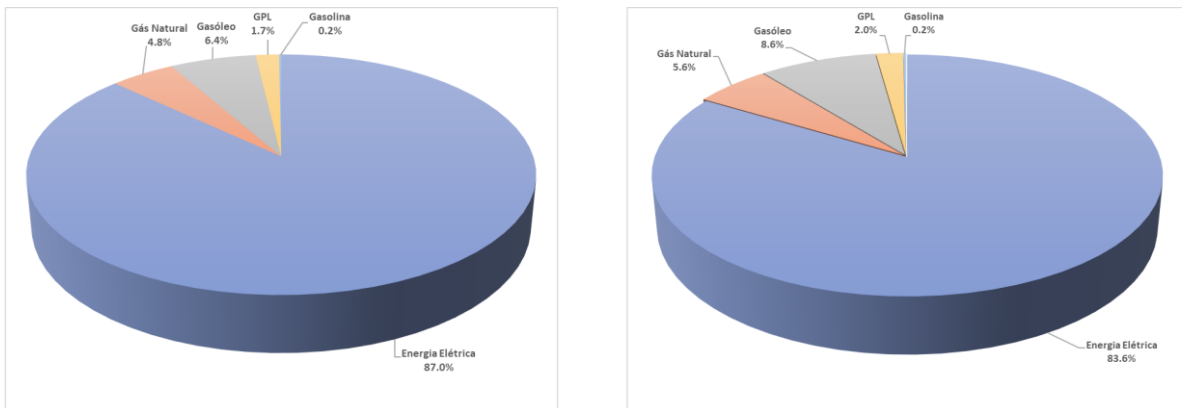
O Quadro 2 ilustra a desagregação, por forma de energia, dos consumos energéticos e das emissões de CO<sub>2</sub> associados a essas instalações da CAE 10612.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO <sub>2</sub>	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO <sub>2</sub> ]	%
Energia Elétrica	18.393	MWh	3.955	87,0%	8.645	83,6%
Gás Natural	200	t	216	4,8%	579	5,6%
Gasóleo	284	t	289	6,4%	894	8,6%
GPL	71	t	78	1,7%	206	2,0%
Gasolina	7	t	7	0,2%	20	0,2%
<b>Total</b>			<b>4.554</b>	<b>100%</b>	<b>10.345</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 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 a energia elétrica é a componente energética com maior predominância na estrutura de consumos destas instalações, representando 80% do total do consumo de energia primária; seguem-se os restantes combustíveis com representação individual pouca expressiva.

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

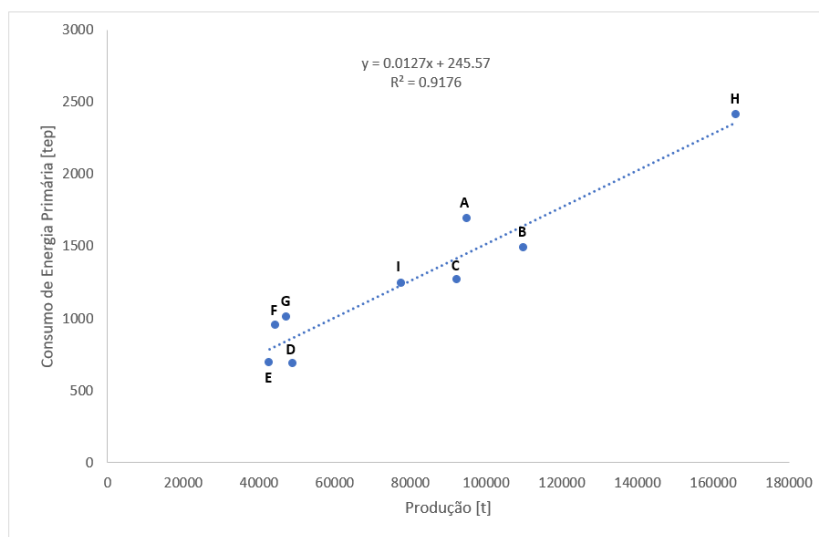
De modo a obter-se uma panorâmica das instalações da CAE 10612 que constam do SGCIE, representaram-se os consumos energéticos de cada instalação em função da sua produção (ver Figura 3).

Por norma, o consumo de energia é diretamente proporcional à produção; porém não é o caso para este conjunto de instalações, 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 respetivos produtos finais não serem de todo idênticos entre empresas. Por exemplo, nem todas as instalações:

- Têm nos seus processos a etapa de *secagem* de arroz, ou apenas se dedicam à *secagem* de arroz;
- Produzem *arroz* vaporizado;
- Produzem refeições *prontas a comer*, etc.

Tal significa diferenciação de processos e de equipamento, e por consequência, 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) e Intensidade Energética (IE) relativos a 4 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 o que respeita à Intensidade Energética, em que a diferença entre os valores extremos, é muito elevada.

Variável Estatística	CE [kgep/t]	IC [tCO <sub>2</sub> /tep]	IE [kgep/euro]
Mínimo	24,6	2,19	0,26
Valor de referência da amostra*	26,9 <sup>a)</sup>	2,28 <sup>b)</sup>	0,32 <sup>c)</sup>
Máximo	29,2	2,39	1,68

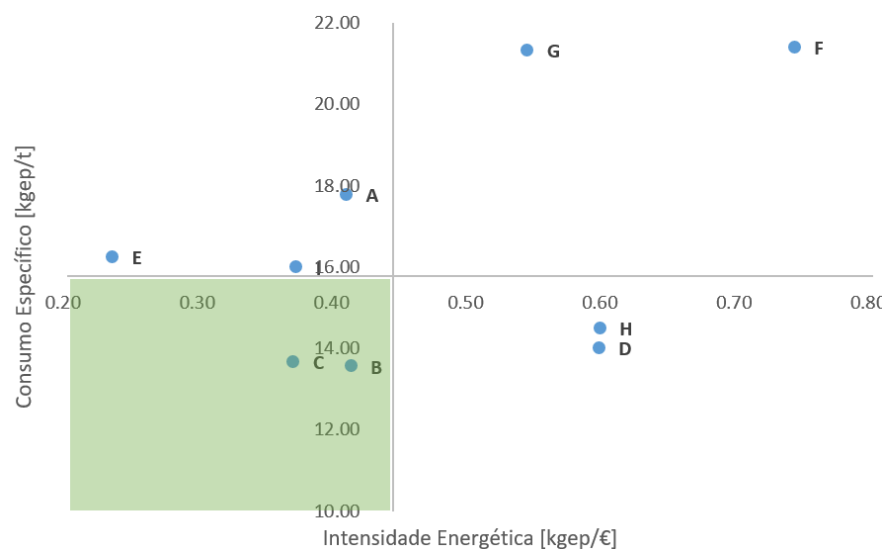
\*O valor de referência da amostra (para cada indicador) é determinado:

- Pela soma dos consumos de energia de 4 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- Pela soma das emissões de CO<sub>2</sub> de 6 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- Pela soma dos consumos de energia de 4 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

**Quadro 3** Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 10395

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 instalações 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 de 4 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 4 instalações se encontra abaixo dos valores 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 B, a qual, conciliando os dois indicadores de eficiência energética, apresenta o melhor desempenho energético – consumo específico de energia e intensidade energética, inferiores 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 instalações.

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

Depois de selecionadas as 26 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 403 tep, equivalente à redução de 911 t de CO<sub>2</sub> e uma redução da fatura energética no valor de 196.770 € (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]			Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	Gasóleo	Total		
26	371	32	403	911	196.770

**Quadro 4** Potenciais economias presentes nos 6 PReN das instalações da CAE 10612

A primeira análise, uma análise individualizada de todas as medidas, permitiu selecionar as 6 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 6 medidas acima referidas. Através da sua análise, verifica-se que a implementação destas permite uma redução de 327 tep do consumo de energia primária e de 714 t nas emissões de CO<sub>2</sub>, o que corresponde respetivamente a 81% do potencial de economia de energia da totalidade das medidas apresentadas e aproximadamente a 78%, da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 450.110 € que teria um período de retorno médio de 2,9 anos.

Dentro das 6 medidas identificadas, as medidas “Instalação de variadores eletrónicos de velocidade

em motores elétricos”, “Instalação de sistemas de sistemas fotovoltaicos”, “Substituição de motores elétricos convencionais por motores de alto rendimento” 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 CO2 [t]	Redução da Fatura Energética [€/ano]	PRI Médio [ano] (Variação)
			EE(a)	Total				
Instalação de variadores eletrónicos de velocidade em motores elétricos	EE	5,1%	116,9	116,9	29,0%	255,7	51.781	2,2 (1,1 – 5,0)
Substituição de motores elétricos convencionais por motores de alto rendimento	EE	3,2%	60,1	60,1	14,9%	131,3	24.779	2,5 (2,1 – 2,7)
Instalação de sistemas de sistemas fotovoltaicos	EE	5,4%	71,4	71,4	17,7%	156,1	41.561	4,9 (4,6 – 5,3)
Substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas com tecnologia LED	EE	1,9%	30,8	30,8	7,6%	67,3	15.124	2,7 (1,8 – 6,2)
Substituição lâmpadas fluorescentes do tipo T8 com balastros ferromagnéticos por lâmpadas T5 com balastros eletrónicos	EE	0,9%	13,7	13,7	3,4%	29,9	6.338	4,4 (4,3 – 4,5)
Eliminação de fugas ar comprimido	EE	2,2%	33,9	33,9	8,4%	74,1	16.430	0,2 (0,0 – 0,3)
			326,8	326,8	81,1%	714,4	156.012	-

a) EE – Energia Elétrica

**Quadro 5** Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 6 PReN das instalações da CAE 10612

## 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 “Otimização de motores”, “Outros”, “Iluminação eficiente”, e “Sistemas de compressão”, as quais, geram uma redução anual nos consumos na ordem dos 349 tep, correspondente a 86% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO<sub>2</sub>, estas medidas no seu conjunto representam uma redução anual de 762 t, correspondente a 84% do total das reduções previstas; relativamente à redução da fatura energética, correspondem igualmente a 84% 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” e “Sistemas

de Compressão”.

Por fim, e de um modo geral, os períodos 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 2,6 anos.

Natureza da Medida	Nº Vezes	EE <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	5	177,0	-	177,0	43,9%	387,0	76.560	2,3 (1,1 – 5,0)
Sistemas de compressão	4	42,5	-	42,5	10,5%	92,9	19.793	0,2 (0,0 – 2,5)
Sistemas de combustão	1	-	15,9	15,9	3,9%	49,3	10.545	0,0
Recuperação de calor	2	-	10,1	10,1	2,5%	31,3	6.720	0,0
Iluminação eficiente	6	57,7	-	57,7	14,3%	126,1	27.366	3,8 (1,8 – 7,6)
Monitorização e controlo	1	6,5	-	6,5	1,6%	14,2	2.735	7,4
Manutenção de equipamentos consumidores de energia	1	-	4,5	4,5	1,1%	13,9	2.954	0,0
Isolamentos térmicos	2	-	2,0	2,0	0,5%	6,2	1300	0,0
Formação e sensibilização de recursos humanos	2	15,6	-	15,6	3,9%	34,1	7.236	0,9 (0,7 – 1,1)
Outros	2	71,4	-	71,4	17,7%	156,1	41.561	4,9 (4,6 – 5,3)

a) EE – Energia Elétrica; 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

