

# CADERNOS SUBSETORIAIS



## OBTENÇÃO E PRIMEIRA TRANSFORMAÇÃO DE ALUMÍNIO

CAE 24420

2018



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

# ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	4
I.      EXTRUSÃO .....	4
II.     TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES .....	5
II.I. LACAGEM .....	5
II.II ANODIZAÇÃO .....	6
II.III ACABAMENTO COM "EFEITO MADEIRA" .....	7
III.    RUTURA/CORTE TÉRMICO.....	8
3.UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	9
4.INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	11
5.MEDIDAS DE ECONOMIA DE ENERGIA MAIS FREQUENTES E COM MAIOR IMPACTO.....	14
I.      ANÁLISE INDIVIDUALIZADA DAS MEDIDAS.....	14
II.    ANÁLISE DAS MEDIDAS POR TIPOLOGIA .....	15

# 1. INTRODUÇÃO

O subsetor com a Classificação da Atividade Económica 24420 – Obtenção e primeira transformação de alumínio, de acordo com os dados das Estatísticas da Produção Industrial - 2016 do INE, tinha em atividade no referido ano, 33 unidades de produção que geraram um valor de vendas superior a 312 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado nacional, que absorve perto de 60% do valor das vendas. No mercado exportador, 95% das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. Este subsetor de atividade em termos de vendas de produtos, representa aproximadamente 14% do valor total das vendas do setor das Indústrias Metalúrgicas de Base.

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 de perfis de alumínio, 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 e a informação recolhida abrange o período de 2010 – 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 24420 tem como principal atividade a obtenção e primeira transformação de alumínio. Tendo em consideração que a maioria das instalações que constam do SGCIE fabrica perfis de alumínio extrudido (com ou sem tratamentos de superfícies), apresenta-se na Figura 1, um fluxograma genérico respeitante a este processo de fabrico.

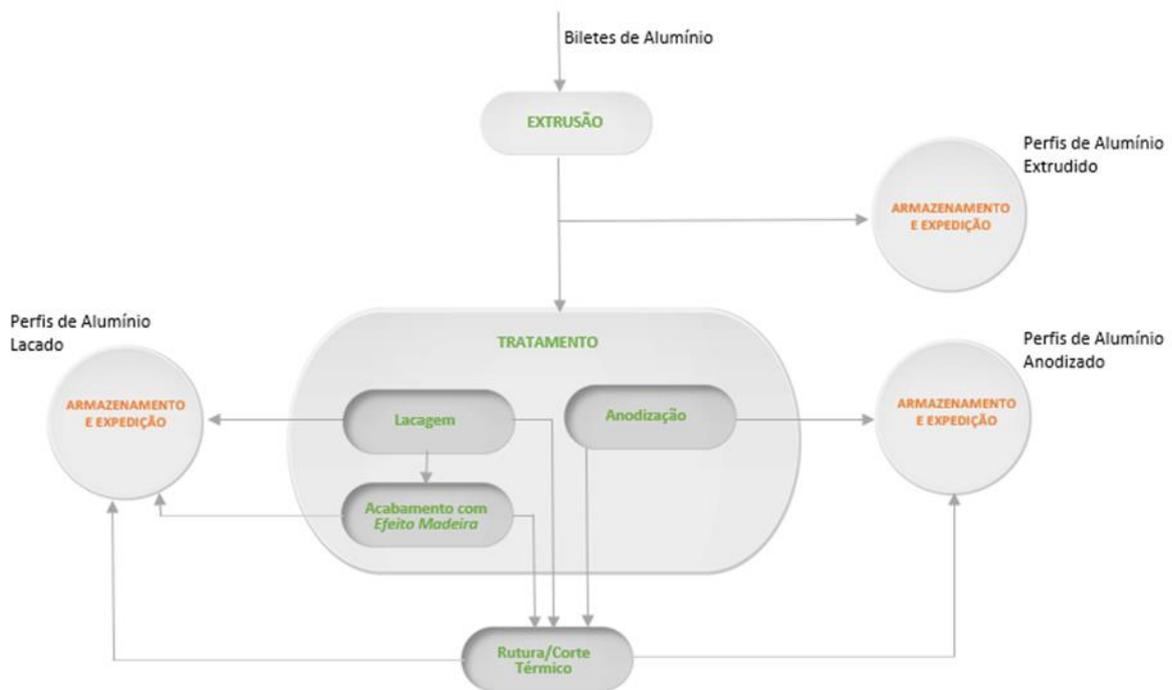


Figura 1 Fluxograma simplificado do processo produtivo

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

### I. EXTRUSÃO

A extrusão de alumínio é um processo de conformação mecânica por deformação plástica de um bilete de alumínio.

Este processo é constituído por várias fases, entre as quais se destacam:

- a) Aquecimento da matriz e do bilete;
- b) Extrusão;

- c) Arrefecimento;
- d) Esticamento;
- e) Corte;
- f) Endurecimento/envelhecimento.

Os biletos (cilindros de alumínio usados como matéria prima dos perfis com dimensões que podem ir até aos 7m) são pré-aquecidos num forno (Forno de Biletos) entre os 400 e os 500 0C, sendo posteriormente prensados através de uma matriz (a matriz confere a forma do perfil que se pretende). Os perfis de alumínio saem da prensa a temperaturas que rondam os 530/575 0C, sendo arrefecidos por ar forçado.

Após a extrusão, o perfil de alumínio é submetido a um processo de arrefecimento rápido através de ventilação forçada (tempera) e sujeito a um esforço de tração (esticador). Depois é cortado com o comprimento desejado. Por fim, é aplicado um tratamento térmico num forno de envelhecimento (temperaturas entre 160 a 210 0C) para melhorar as características mecânicas do perfil; este processo poderá ter uma duração até 7 horas e após a sua conclusão, os perfis são arrefecidos à temperatura ambiente.

Os perfis de alumínio obtidos podem ser produto acabado/final, seguindo neste caso para as linhas de embalagem e expedição, ou, seguem para a secção de tratamento de superfícies.

## II. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES

Basicamente existem dois processos de tratamento de superfícies de perfis de alumínio: a lacagem e a anodização.

### II.I. LACAGEM

A lacagem é um processo de pintura realizado com tintas em pó de poliéster através do qual os perfis de alumínio podem adquirir variadas cores em função da tinta utilizada.

A lacagem envolve um ciclo de pré-tratamento, por imersão, cujas principais finalidades são preparar os perfis para a pintura, protegê-los da corrosão e maximizar a adesão da tinta. Posteriormente é aplicada a tinta em pó através de uma pistola de pintura eletrostática, que cria uma ligação elétrica efémera tinta-substrato até ao final do processo de lacagem, o qual termina num forno de polimerização (cura), que vai fixar em definitivo a cor.

Os perfis de alumínio lacados (simples ou com "efeito madeira") são embalados e expedidos, ou seguem para a operação "Rutura/Corte Térmico".

## II.II ANODIZAÇÃO

A anodização é um processo eletrolítico que promove a formação de uma película decorativa e protetora de alta qualidade e de resistência anticorrosiva.

O processo de anodização cria um filme poroso de óxido sobre o substrato de alumínio aquando da sua imersão num banho eletrolítico. O filme poroso é posteriormente colmatado (poros são totalmente tapados) na fase final do processo de tratamento de superfície. Esta camada de óxido criada, devidamente colmatada, cria uma excepcional barreira à oxidação (e consequentemente corrosão) do substrato de alumínio, criando uma das principais características deste tratamento: a durabilidade.

São várias as fases deste processo e com variantes. A descrição que se segue, respeita ao processo de anodização com coloração eletrolítica e colmatagem.

### 1ª Fase

Os perfis de alumínio são imersos numa tina que contém uma solução alcalina; a temperatura ronda os 60 OC e o período de imersão anda à volta de 10 minutos. Esta fase tem como objetivo o desgorduramento dos perfis, seguindo-se uma lavagem com água.

### 2ª Fase

Esta fase, corresponde à fase que dá o aspeto acetinado ao alumínio. O bastidor é introduzido numa tina que contém uma solução de hidróxido de sódio e uma substância complexante e cuja temperatura é aproximadamente de 65 OC. O tempo de imersão depende do tipo de material a tratar. Segue-se uma lavagem com água.

### 3ª Fase

Fase designada por decapagem. Os perfis são introduzidos numa tina que contém uma solução de hidróxido de sódio, de concentração inferior à da fase anterior e que se encontra a uma temperatura de cerca de 50 OC; segue-se uma lavagem com água.

### 4ª Fase

Fase designada por neutralização: introduz-se o bastidor numa tina de ácido nítrico à temperatura ambiente, durante um curto tempo; segue-se uma lavagem com água.

### 5ª Fase

Anodização propriamente dita: o bastidor é introduzido numa tina de ácido sulfúrico, ao mesmo tempo que se faz passar a corrente elétrica pelos perfis. A temperatura do banho é de 18 a 20 OC. O tempo de imersão e a corrente aplicada dependem da espessura da camada anódica que se quer obter e da área do perfil a tratar, respetivamente. Seguem-se duas lavagens com água.

### 6ª Fase

Esta fase designa-se por coloração eletrolítica e só é aplicável para os perfis em que não se queira manter a cor natural do alumínio. A fase inicia-se com a introdução do bastidor com o material já anodizado dentro de uma tina que contém sulfato de estanho, ácido sulfúrico e um aditivo, ao mesmo tempo que se faz passar a corrente elétrica pelo material. A temperatura do banho é a temperatura ambiente e o tempo de imersão varia em função da cor que se pretende obter e com o tipo de perfil a tratar. Seguem-se duas lavagens com água e depois procede-se ao controlo da espessura da camada anódica.

### 7ª Fase

Esta fase designa-se por colmatagem e é sempre precedida de uma lavagem com água desmineralizada, independentemente das fases pelas quais o material passou. Introduce-se o bastidor numa tina com água desmineralizada e o produto de colmatagem. Este banho encontra-se a cerca de 98/99 OC e o tempo de imersão depende do material a tratar.

Após conclusão destas fases, o material é seco, seguindo sucessivamente para o controlo de qualidade, embalagem e expedição.

## II.III ACABAMENTO COM "EFEITO MADEIRA"

O acabamento com "efeito madeira" é um processo de natureza decorativa que consiste em dar ao perfil de alumínio a cor da madeira.

Os perfis depois de lacados são envolvidos numa película que contém o "desenho" da madeira que se pretende imitar. Seguidamente, é-lhes retirado todo o ar que ficou contido entre a película e o perfil. Depois, são colocados num forno a gás à temperatura de 230 OC durante 5 a 10 minutos (dependendo da área e peso dos perfis).

Estes perfis após a operação de decoração madeira são controlados visualmente, em termos de qualidade, para posteriormente serem embalados e expedidos.

### III. RUTURA/CORTE TÉRMICO

A rutura corte/térmico confere aos perfis de alumínio, um melhor isolamento térmico e acústico, bem como um aumento da eficiência energética associada à sua aplicação final. O material usado para o efeito é uma poliamida de alta resistência.

esta seção autónoma do processo de fabrico, os perfis são sujeitos a uma montagem, de forma a "construir" um perfil final, constituído por "n" perfis singulares.

O processo desenvolve-se do seguinte modo: na operação "Receção", são recebidos e encaminhados os semi-perfis de alumínio que irão constituir os perfis de rutura térmica e poliamida; na operação de "Recartilhagem", é produzida serrilha, que será acomodada nas caixas onde vai ser colocada a poliamida.

Nas fases subsequentes os dois semi-perfis são colocados de modo a que se possa introduzir a poliamida, passando em seguida pela máquina de cravação, onde a poliamida é presa aos dois semi-perfis, formando um perfil com rutura térmica.

### 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	52,6%	Força motriz em vários equipamentos dos processos produtivos, fornos de indução (de matrizes e de envelhecimento), estufas, iluminação, ar comprimido, sistemas de bombagem, retificadores
Gás Natural	38,8%	Fornos (chama direta) e estufas de diversos tipos; produção térmica (geração de vapor termofluido)
Fuelóleo	5,7%	Fornos de fusão
GPL	1,6%	Fornos (vários tipos)
Gasóleo	1,2%	Movimentação de cargas (empilhadores), frota automóvel, frota da empresa

\*Para além das formas de energia indicadas, também se consumiu (residualmente), energia elétrica fotovoltaica

#### Quadro 1 Desagregação do consumo de energia primária na obtenção e primeira transformação de alumínio

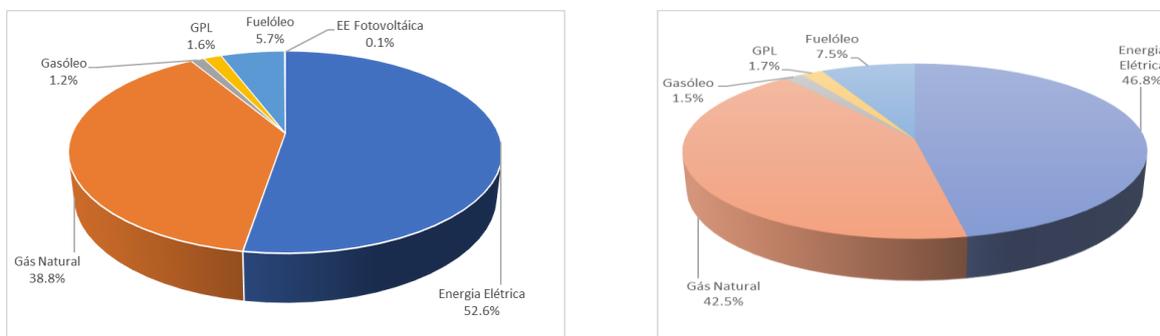
Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 24420 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PReN, totalizou cumulativamente 21.400 tep, correspondendo a uma emissão de 52.544 toneladas 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 24420.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO <sub>2</sub>	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO <sub>2</sub> ]	%
Energia Elétrica	52.360	MWh	11.257	52,6%	24.608	46,8%
Gás Natural	7.718	t	8.312	38,8%	22.307	42,5%
Fuelóleo	1.235	t	1.215	5,7%	3.933	7,5%
GPL	308	t	346	1,6%	912	1,7%
Gasóleo	248	t	253	1,2%	784	1,5%
EE. Fotovoltaica	79	MWh	17	0,1%		
Total			21.400	100%	52.544	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 a energia elétrica, é a componente energética com maior peso na estrutura de consumos destas instalações, representando 52% do consumo de energia primária; em conjunto, mais de 90% do consumo de energia deste subsector se deve ao consumo de gás natural e de energia elétrica.

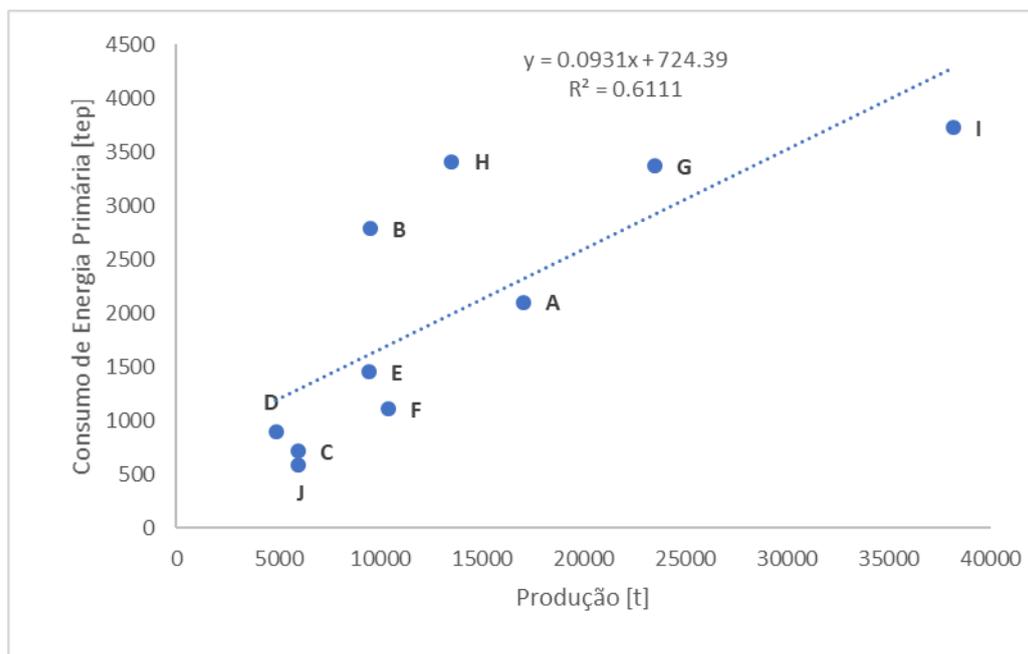
O gráfico referente às emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> segue praticamente a mesma tendência do gráfico do consumo de energia.

## 4. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De modo a obter-se uma panorâmica das instalações da CAE 24420 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 ausência da proporcionalidade dos consumos vs produção poderá dever-se ao facto de os processos e produtos fabricados neste subsector serem muito diferenciados, isto é, as instalações objeto do presente estudo, apesar de fabricarem produtos com base no alumínio, têm produtos finais muito diferenciados.



**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 10 instalações.

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

Variável Estatística	CE [kgep/t]	IC [tCO <sub>2</sub> /tep]	IE [kgep/euro]
Mínimo	95,3	2,28	0,19
Valor de referência da amostra*	154,5a)	2,46b)	0,45c)
Máximo	291,9	3,07	1,95

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

- Pela soma dos consumos de energia de 10 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- Pela soma das emissões de CO<sub>2</sub> de 10 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- Pela soma dos consumos de energia de 10 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

### Quadro 3 Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 24420

Estas grandes diferenças entre os valores extremos dos dois indicadores referidos, refletem justamente, a diversidade dos produtos finais que existe entre as 10 instalações deste subsector de atividade que cumprem o SGCIE, as quais, umas necessitam de mais energia para o fabrico dos seus produtos, e outras, que pela natureza dos seus produtos finais, são de menor valor acrescentado.

Comparando o Consumo Específico com a Intensidade Energética das 10 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 4 das 10 instalações se encontram abaixo do valor de referência, quer para a IE quer para o CE (quadrante sombreado a verde).

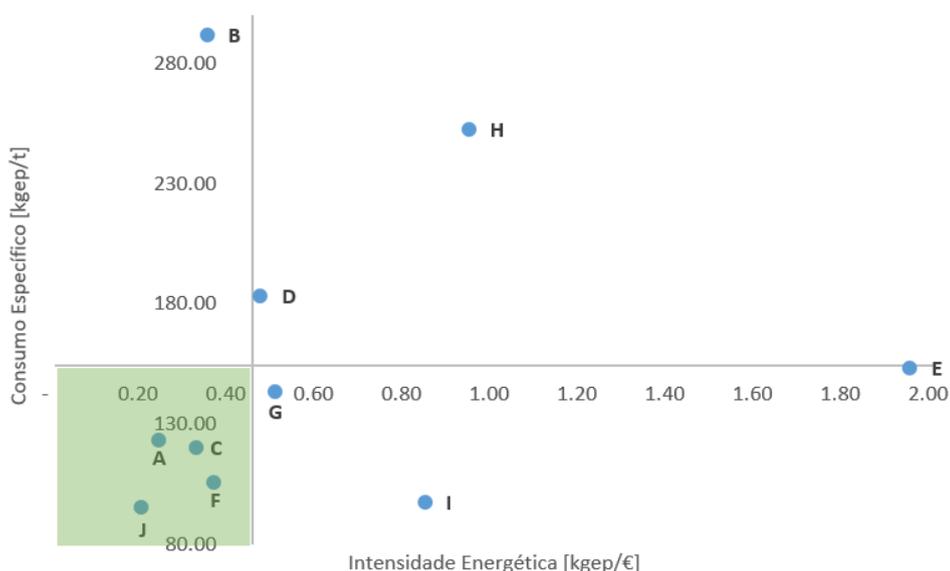


Figura 4 Comparação entre Consumo Específico e Intensidade Energética

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 quatro ocorrências, correspondentes às instalações A, C, F e J, 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 83 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 1.402 tep, equivalente à redução de 3.547 t de CO<sub>2</sub> e uma redução da fatura energética no valor de 631.686 € (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]				Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	GN	Fuelóleo	Total		
83	546	754	102	1.402	3.547	631.686

**Quadro 4** Potenciais economias presentes nos 10 PReN das instalações da CAE 24420

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 694 tep do consumo de energia primária e de 1.740 t nas emissões de CO<sub>2</sub>, o que corresponde a perto de 50% do potencial de economia de energia da totalidade das medidas apresentadas e a 49%, da redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 447.640 € que teria um período de retorno médio de 1,4 anos.

Dentro das 9 medidas identificadas, as medidas “Aplicação de variadores eletrónicos de velocidade em motores elétricos”, “Limpeza das superfícies de troca de calor dos permutadores gases de exaustão-ar” e “Melhoria do isolamento térmico dos fornos” 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 <sub>2</sub> [t]	Redução da Fatura Energética [€/ano]	PRI Médio [ano] (Variação)
			EE <sup>(a)</sup>	GN <sup>(a)</sup>	F <sup>(a)</sup>	Total				
Colocação de economizadores para pré-aquecimento do ar das estufas de envelhecimento	EE, GN	5,64%	20,4	19,9	-	40,3	2,9%	98,0	14.767	2,7 (2,0 – 4,4)
Limpeza das superfícies de troca de calor dos permutadores gases de exaustão-ar	GN	5,40%	-	150,4	-	150,4	10,7%	403,6	76.319	0,0 (0,0 – 0,1)
Aplicação de variadores eletrónicos de velocidade em motores elétricos	EE	1,54%	162,1	-	-	162,1	11,6%	354,2	67.228	1,0 (0,2 – 3,4)
Substituição das lâmpadas existentes (interiores e exteriores) por lâmpadas com tecnologia LED	EE	1,05%	57,5	-	-	57,5	4,1%	125,8	36.281	3,0 (1,9 – 4,1)
Instalação de telhas translúcidas	EE	0,3%	12,8	-	-	12,8	0,9%	37,7	4.429	7,4 (3,9 – 10,4)
Melhoria do isolamento térmico dos fornos	GN, F	2,7%	-	24,4	101,6	126,0	9,0%	394,3	43.068	2,6 (1,5 – 6,7)
Afinação de queimadores	GN	0,3%	-	19,4	-	19,4	1,4%	52,0	9.645	0,7 (0,7 – 1,0)
Redução das fugas de ar comprimido	EE	0,7%	90,1	-	-	90,1	6,8%	196,9	40.927	1,7 (0,0 – 6,5)
Substituição de ventiladores	EE	1,0%	35,3	-	-	35,3	2,5%	77,2	16.400	2,4 (-)
			378,2	214,1	101,6	693,9	50%	1.739,7	309.064	-

**Quadro 5** Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 10 PREn das instalações da CAE 24420

## 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 “Recuperação de calor”, “Sistemas de combustão”, “Isolamentos térmicos” e “Otimização de motores”, as quais, geram uma redução anual nos consumos de 957 tep, correspondente a 68% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO<sub>2</sub>, estas medidas representam no seu conjunto uma redução anual perto de 2.533 t, correspondente a 71% do total das reduções previstas; relativamente à redução da

fatura energética, correspondem a 67% 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”, “Sistemas de compressão”, “Recuperação de calor” 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 10 instalações deste subsetor que cumprem o SGCIE, no seu global, o investimento em medidas de eficiência energética gera um PRI médio de 1,7 anos.

Natureza da Medida	Nº Vezes	EE <sup>(a)</sup> [tep]	GN <sup>(a)</sup> [tep]	F <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]
Isolamentos térmicos	7	12,6	68,0	101,6	182,2	13,0%	538,9	69.529	2,0 (0,4 – 6,7)
Iluminação eficiente	25	99,9	-	-	99,9	7,1%	218,7	53.438	3,5 (1,2 – 10,4)
Sistemas de combustão	4	-	233,3	-	233,3	16,6%	626,0	109.145	0,1 (0,1 – 1,0)
Sistemas de ventilação	5	91,0	-	-	91,0	6,5%	199,0	37.808	1,8 (0,0 – 4,6)
Sistemas de compressão	12	106,0	-	-	106,0	7,6%	231,7	49.292	1,9 (0,0 – 6,5)
Outros	1	13,6	-	-	13,6	1,0%	29,7	5.706	5,1 (-)
Frio industrial	1	3,3	-	-	3,3	0,2%	7,2	1.620	2,3 (-)
Otimização de motores	10	167,4	-	-	167,4	11,9%	365,8	69.029	1,0 (0,2 – 3,4)
Monitorização e controlo	5	32,3	27,4	-	59,7	4,3%	144,2	22.281	1,2 (0,0 – 2,9)
Manutenção de equipamentos consumidores de energia	2	-	18,7	-	18,7	1,3%	50,1	16.361	0,0 (0,0 – 0,4)
Recuperação de calor	10	20,4	371,1	-	391,5	27,9%	1.040,4	183.266	2,3 (0,0 – 6,3)
Formação e sensibilização de recursos humanos	1	-	35,5	-	35,5	2,5%	95,3	14.210	0,0 (-)

EE – Energia Elétrica; GN – Gás Natural; F – Fuelóleo  
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

