

CADERNOS SUBSETORIAIS



MOAGEM DE CEREAIS

CAE 10611

2018



sgcie

SISTEMA DE GESTÃO
DOS CONSUMOS
INTENSIVOS DE ENERGIA



ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO.....	3
2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	4
I. RECEÇÃO DO TRIGO	4
II. LIMPEZA E HUMIDIFICAÇÃO	5
III. MOAGEM	5
IV. ARMAZENAGEM E ENSACAGEM	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

O subsetor com a Classificação da Atividade Económica 10611 – Moagem de cereais, de acordo com os dados das *Estatísticas da Produção Industrial - 2016* do INE, tinha em atividade no referido ano, 139 unidades de produção que geraram um valor de vendas superior a 279 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado nacional, que absorve mais de 91% do valor das vendas. No mercado exportador, 43% das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. Este subsetor de atividade em termos de vendas de produtos, representa 2,7% 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 desta ficha, 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 9 instalações (7 empresas) e a informação recolhida abrange o período de 2009 – 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 10611 tem como principal atividade a moagem de cereais. Pelo facto de todas as instalações que constam do SGCIE produzirem farinha de trigo, apresenta-se na Figura 1, um fluxograma genérico desta atividade.



Figura 1 Fluxograma simplificado do processo produtivo

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

I. RECEÇÃO DO TRIGO

O processo de produção de farinha de trigo consiste em separar o endosperma do farelo (casca e germe), reduzindo-a em partículas mais finas

O processo inicia-se com a chegada do trigo (pode ser de vários tipos ou origens) à fábrica até ao seu armazenamento. O trigo é descarregado dos camiões para um tegão que se encontra equipado com um filtro que aspira uma boa parte da poeira libertada pelo cereal na sua queda e de seguida é transportado por *redlers* (equipamentos que por serem totalmente fechados evitam perdas ou contaminação do produto e do ambiente envolvente) e noras para uma pré-limpeza para que sejam

retiradas as impurezas de maiores dimensões. Esta **pré-limpeza** é composta por um magneto/ímã (elimina substâncias ferrosas) e uma tarara onde são retirados materiais estranhos/indesejáveis como paus, pedras, etc. A seguir o trigo é pesado e depois armazenado em silos.

II. LIMPEZA E HUMIDIFICAÇÃO

Dependendo do tipo de farinha que se pretende obter, são selecionados e misturados diferentes tipos de trigos de modo a atingir a especificação desejada. Nesta etapa, cada tipo de trigo é pesado à saída do seu silo de armazenamento, de modo a cumprir a composição que se pretende obter, ocorrendo nesta fase a mistura dos diferentes trigos que vão originar um tipo específico de farinha.

Inicia-se então a **limpeza**, na qual, o cereal passa por um magneto onde são retiradas substâncias ferrosas, seguindo depois por um canal de aspiração, onde são extraídos materiais com densidade inferior ao do trigo; segue-se o “combinador” (equipamento separador que retira pedras, trigo mirrado ou chocho e outros cereais).

Segue-se a despontadora, equipamento que retira o pó da ranhura do grão de trigo e raspa a casca do cereal, passando depois por outro canal de aspiração, onde são retiradas mais substâncias com densidade inferior ao grão de trigo; por fim, o cereal vai ao “trior” onde é retirado o trigo partido.

Uma vez limpo e para uma mais fácil separação entre o endosperma e o farelo, o trigo é **humedecido** e colocado em repouso durante um período determinado pelo grau de dureza do grão. Este repouso torna o farelo flexível e friável, possibilitando assim a extração de farinha que fica agregada ao mesmo.

Após o repouso, o trigo passa por um segundo processo de limpeza através de um seletor ótico, o qual remove as restantes partículas indesejadas no processo de produção de farinha de trigo.

III. MOAGEM

O processo de moagem pode resumir-se da seguinte forma: o trigo é moído em moinhos e entre cada moinho, o produto é sujeito a um processo de separação nos *planshifters* (peneiração oscilatória) de modo a separar a farinha que é necessário moer ainda mais, do produto acabado e da sêmea.

Os moinhos são de dois tipos:

- a) Trituradores destinados a cortar o grão de trigo para expor o seu interior, situados no início da linha de produção e os;

- b) Compressores destinados a esmagar as partículas do trigo, de modo a reduzir a sua dimensão até se obter farinha.

IV. ARMAZENAGEM E ENSACAGEM

Após a moagem e em função das suas características, a farinha é conduzida para silos específicos. A farinha antes de entrar no silo, passa por máquinas de impacto que visam garantir a qualidade da farinha, destruindo insetos (e os seus ovos) através de um impacto intenso, o que melhora significativamente o prazo de validade do produto final.

O produto final (farinha de trigo) é armazenado em silos enquanto aguarda expedição que poderá ser feita em sacos, em *big-bags* ou 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	92,3%	Força motriz em vários equipamentos dos processos produtivos, iluminação, ar comprimido, sistemas de bombagem, sistemas de ventilação
Gás Natural	0,1%	Cantinas/refeitórios, águas quentes sanitárias (balneários)
Gasóleo	7,1%	Frota de transportes, frota automóvel, empilhadores
GPL	0,1%	Cantinas/refeitórios, águas quentes sanitárias (balneários), empilhadores
Gasolina	0,4 %	Frota automóvel

Quadro 1 Desagregação do consumo energia primária na moagem de cereais

Para a análise dos consumos energéticos, foram contabilizadas as instalações da CAE 10611 atualmente a cumprir o SGCIE. O consumo total de energia dessas instalações, verificado no ano de referência dos respetivos PReN, totalizou cumulativamente 11.400 tep, correspondendo a uma emissão de 25.799 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 10611.

Fonte de Energia	Energia Final		Energia Primária		Emissões de CO ₂	
	Quantidade	Unidade	[tep]	%	[tCO ₂]	%
Energia Elétrica	49.124	MWh	10.562	92,3%	23.088	89,5%
Gás Natural	8,5	t	9	0,1%	25	0,1%
Gasóleo	792	t	812	7,1%	2.515	9,7%
GPL	10,4	t	12	0,1%	31	0,1%
Gasolina	44,1	t	45	0,4%	140	0,5%
Total			11.440	100%	25.799	100%

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

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

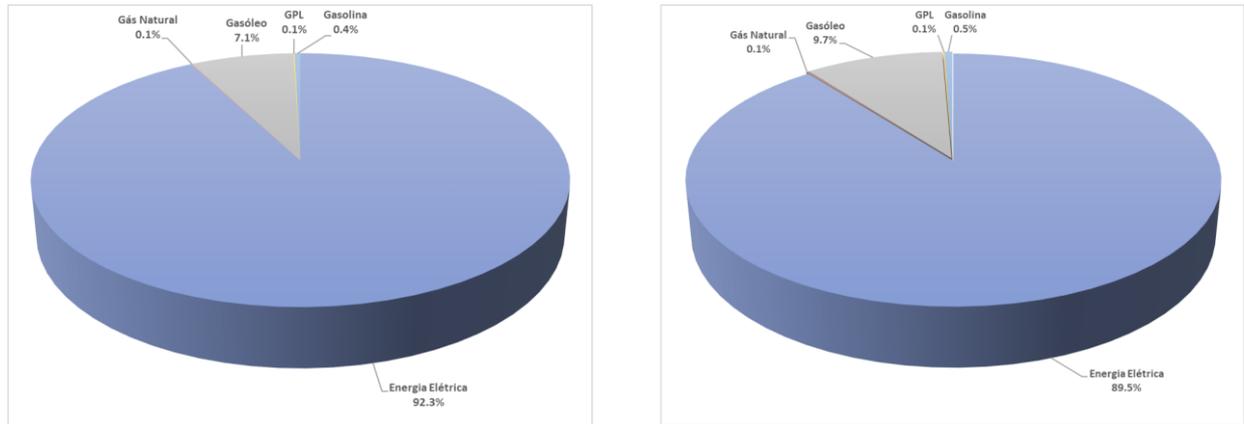


Figura 2 Distribuição de consumos de energia primária e emissões de CO₂

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 mais de 92% do total do consumo de energia primária; seguem-se os restantes combustíveis com representação individual pouca expressiva.

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 10611 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; não se verificando de todo para este conjunto de instalações, existe contudo, uma relativa proporcionalidade conforme se pode observar na Figura 3; na relação entre os consumos de energia e a produção, o coeficiente de correlação R deve ser o mais próximo possível de 1.

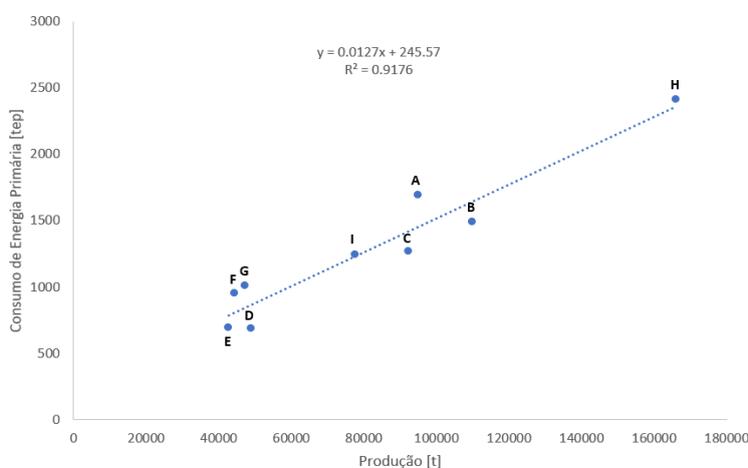


Figura 3 Comparação entre o Consumo de Energia Primária e Produção

No Quadro 3, são apresentados os valores mínimos, máximos e de referência da amostra dos indicadores Consumo Específico (CE), Intensidade Energética (IE) e da Intensidade Carbónica (IC) relativo às 9 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 os que respeitam ao Consumo Específico de Energia e à Intensidade Energética.

Variável Estatística	CE [kgep/t]	IC [tCO ₂ /tep]	IE [kgep/euro]
Mínimo	13,6	2,19	0,23
Valor de referência da amostra*	15,8 ^{a)}	2,26 ^{b)}	0,44 ^{c)}
Máximo	21,4	2,54	0,74

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

- Pela soma dos consumos de energia de 9 instalações sobre o total da produção das respetivas instalações
- Pela soma das emissões de CO₂ de 9 instalações sobre o total do consumo de energia das respetivas instalações
- Pela soma dos consumos de energia de 9 instalações sobre o total do valor acrescentado bruto das respetivas instalações

Quadro 3 Indicadores de eficiência energética das instalações da CAE 10611

Comparando o Consumo Específico com a Intensidade Energética das 9 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 2 das 9 instalações se encontram abaixo do valor de referência, quer para a IE quer para o CE (quadrante sombreado a verde).

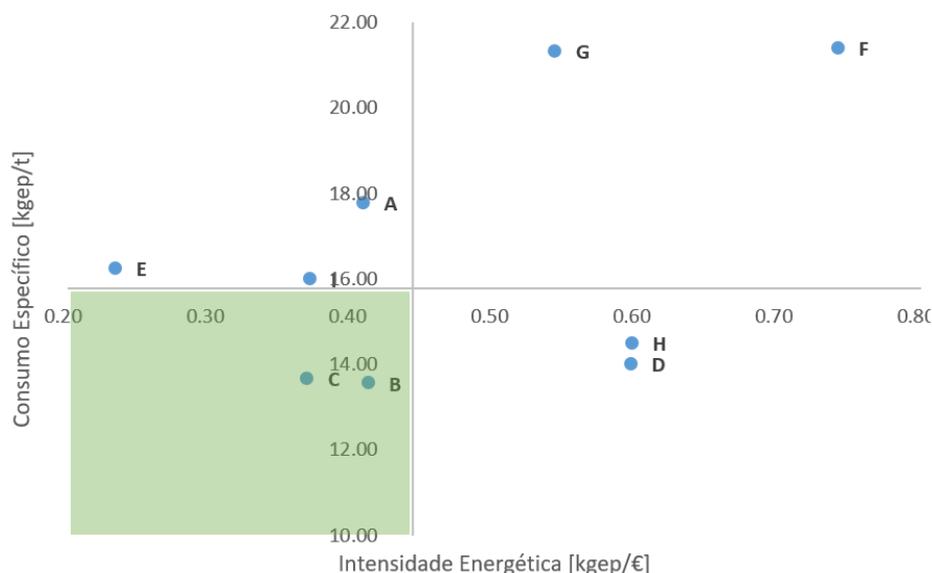


Figura 4 Comparação entre Consumo Específico e Intensidade Energética

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 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 respetivos 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 duas ocorrências, correspondentes às instalações B e C, as quais, conciliando os dois indicadores de eficiência energética, apresentam o melhor desempenho energético – consumos específicos de energia e intensidades energéticas, inferiores aos respetivos 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 61 medidas propostas nos 9 PReN das instalações que cumprem o SGCIE, foram feitas duas análises às mesmas que, no total, permitem uma potencial economia de energia de 672 tep, equivalente à redução de 1.512 t de CO₂ e uma redução da fatura energética no valor de 332.320 € (Quadro 4).

Medidas [nº]	Energia [tep]				Redução das Emissões de CO ₂ [t]	Redução da Fatura Energética [€]
	EE	GN	Gasóleo	Total		
61	623	6	43	672	1.512	332.320

Quadro 4 Potenciais economias presentes nos 9 PReN das instalações da CAE 10611

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 481 tep do consumo de energia primária e de 1.051 t nas emissões de CO₂, o que corresponde respetivamente a perto de 72% do potencial de economia de energia da totalidade das medidas apresentadas e aproximadamente a 70%, da redução das emissões de CO₂.

Para a implementação das referidas medidas seria necessário um investimento de 639.467 € que teria um período de retorno médio de 3,1 anos.

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

em motores elétricos”, “Substituição de motores elétricos convencionais por motores de alto rendimento”, “Implementação de sistemas de gestão de energia” 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 CO ₂ [t]	Redução da Fatura Energética [€/ano]	PRI Médio [ano] (Variação)
			EE ^(a)	Total				
Instalação de variadores eletrônicos de velocidade em motores elétricos	EE	2,0%	122,9	122,9	18,3%	268,5	46.036	4,1 (0,9 – 6,0)
Substituição de motores elétricos convencionais por motores de alto rendimento	EE	2,0%	120,6	120,6	17,9%	263,6	51.100	5,9 (4,7 – 9,7)
Substituição de correias de transmissão de motores elétricos	EE	0,9%	36,9	36,9	5,5%	80,6	18.464	1,1 (0,8 – 1,6)
Eliminação de fugas ar comprimido	EE	0,6%	69,7	69,7	10,4%	152,2	32.726	0,4 (0,0 – 2,7)
Substituição lâmpadas fluorescentes do tipo T8 com balastos ferromagnéticos por lâmpadas T5 com balastos eletrônicos	EE	0,5%	41,9	41,9	6,2%	91,4	21.700	3,2 (1,7 – 8,0)
Implementação de sistemas de gestão de energia	EE	1,8%	89,1	89,1	13,2%	194,8	37.978	1,1 (0,7 – 4,6)
			481,1	481,1	71,5%	1.051	208.004	-

a) EE – Energia Elétrica

Quadro 5 Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 9 PReN das instalações da CAE 10611

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”, “Sistemas de compressão”, “Monitorização e controlo”, e “Iluminação Eficiente”, as quais, geram uma redução anual nos consumos de 589 tep, correspondente a aproximadamente 88% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO₂, estas medidas representam no seu conjunto uma redução anual perto de 1.290 t, correspondente a quase 85% do total das reduções previstas; relativamente à redução da fatura energética, correspondem a 79% 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 “Otimização de motores”, “Sistemas de Compressão” e “Iluminação eficiente”.

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 9 instalações deste subsetor que cumprem o SGCIE, no seu global, o investimento em medidas de eficiência energética gera um PRI médio de 2,3 anos.

Natureza da Medida	Nº Vezes	EE ^(a) [tep]	GN ^(a) [tep]	GPL ^(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	18	325,3	-	-	-	325,3	48,4%	710,8	138.537	4, (0,4 – 9,7)
Sistemas de compressão	14	95,7	-	-	-	95,7	14,2%	209,1	43.600	1,0 (0,0 – 5,5)
Recuperação de calor	1	-	6,0	-	-	6,0	0,9%	16,1	5.100	2,5
Iluminação eficiente	15	74,5	-	-	-	74,5	11,1%	162,6	38.988	2,4 (0,4 – 8,0)
Monitorização e controlo	6	91,2	-	-	2,6	93,8	13,9%	207,5	41.505	1,0 (0,0 – 4,6)
Transportes	2	-	-	-	33,8	33,8	5,0%	104,8	36.672	0,1 (0,0 – 0,1)
Formação e sensibilização de recursos humanos	2	28,5	-	-	6,6	35,1	5,2%	82,7	23.055	0,3 (0,2 – 0,6)
Outros	3	8,1	-	0,3	-	8,4	1,2%	18,5	4.863	1,9 (0,1 – 7,6)

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

