



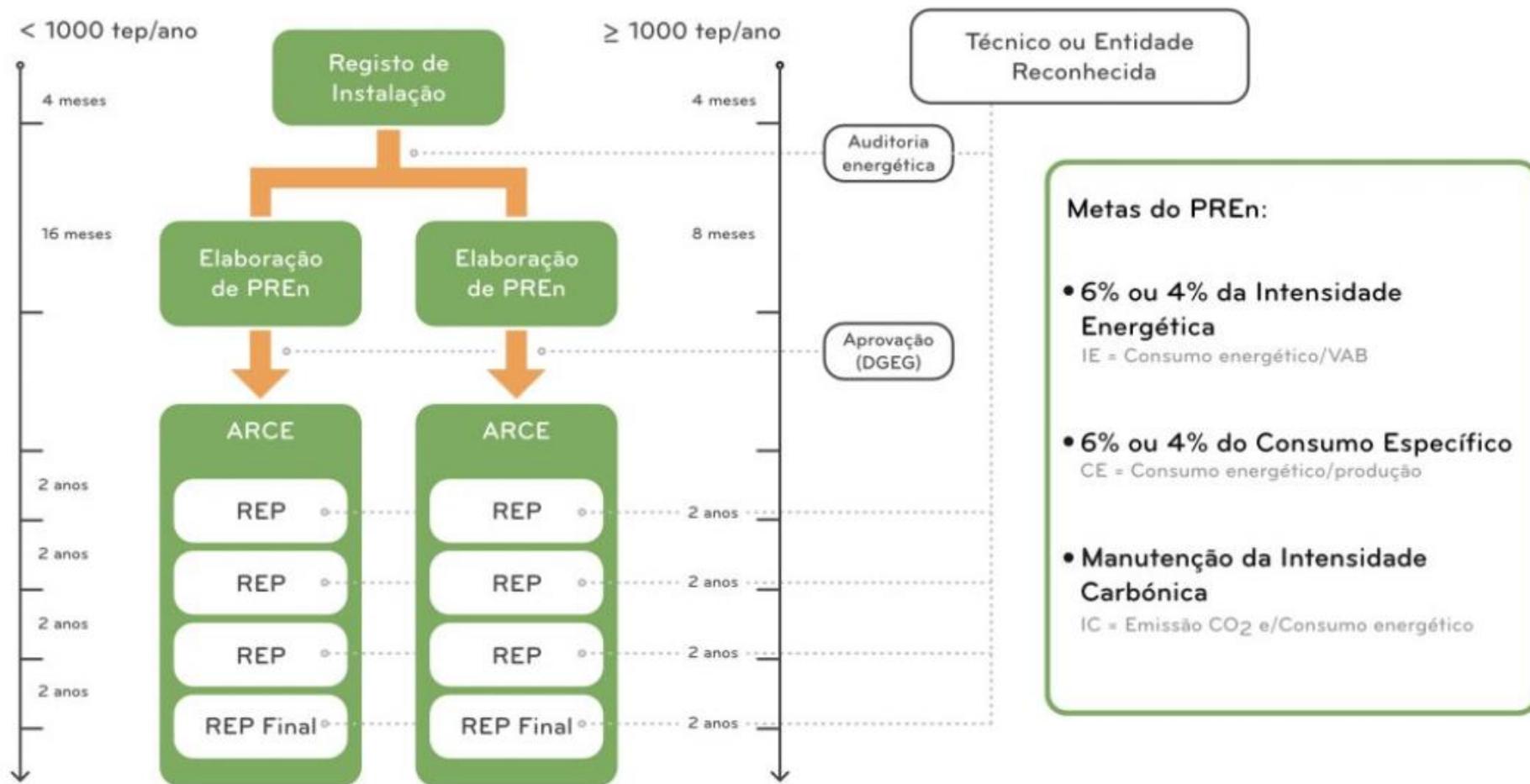
Agência para a Energia

Auditoria energética e implementação de medidas de eficiência energética do setor agroindustrial

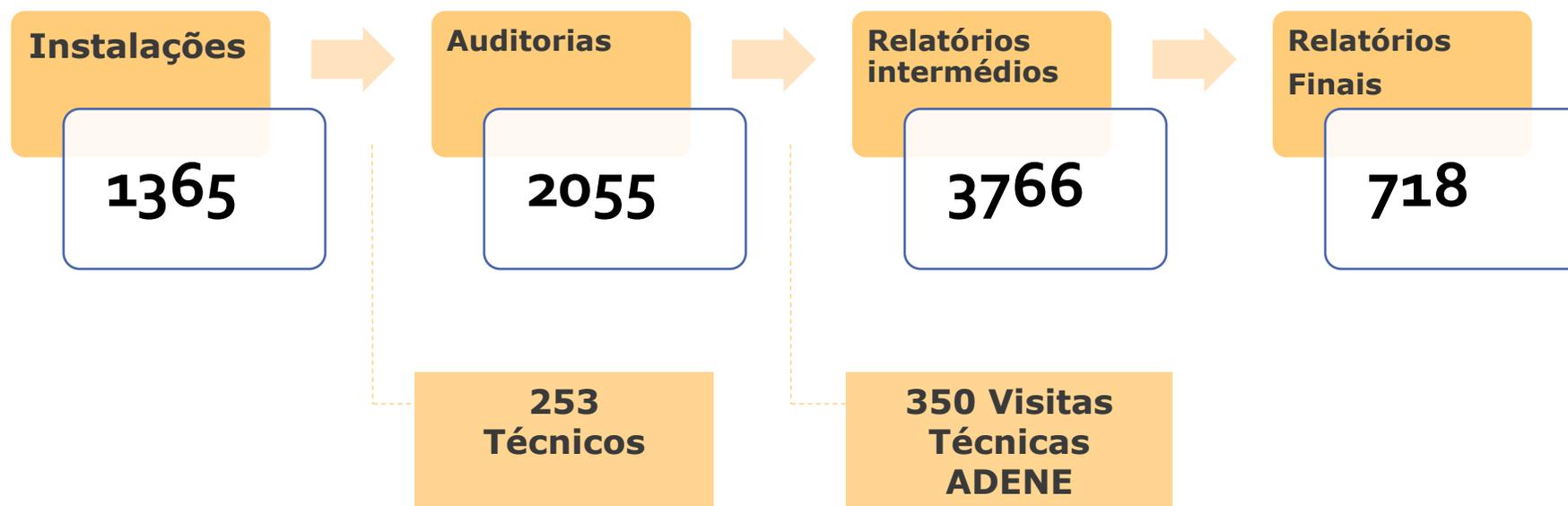
João Paulo Calau

Coordenador da área de Indústria

SGCIE



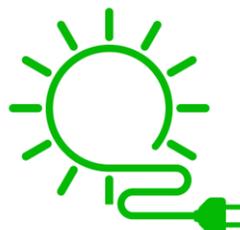
Atividade SGCIE (janeiro 2023)



Big numbers



1365
operadores



20% da energia primária nacional (2019)



2055
auditorias

7%

Economia de energia média



203 000
tep/ano



807 000
t CO2e



3,5
anos



524 M€

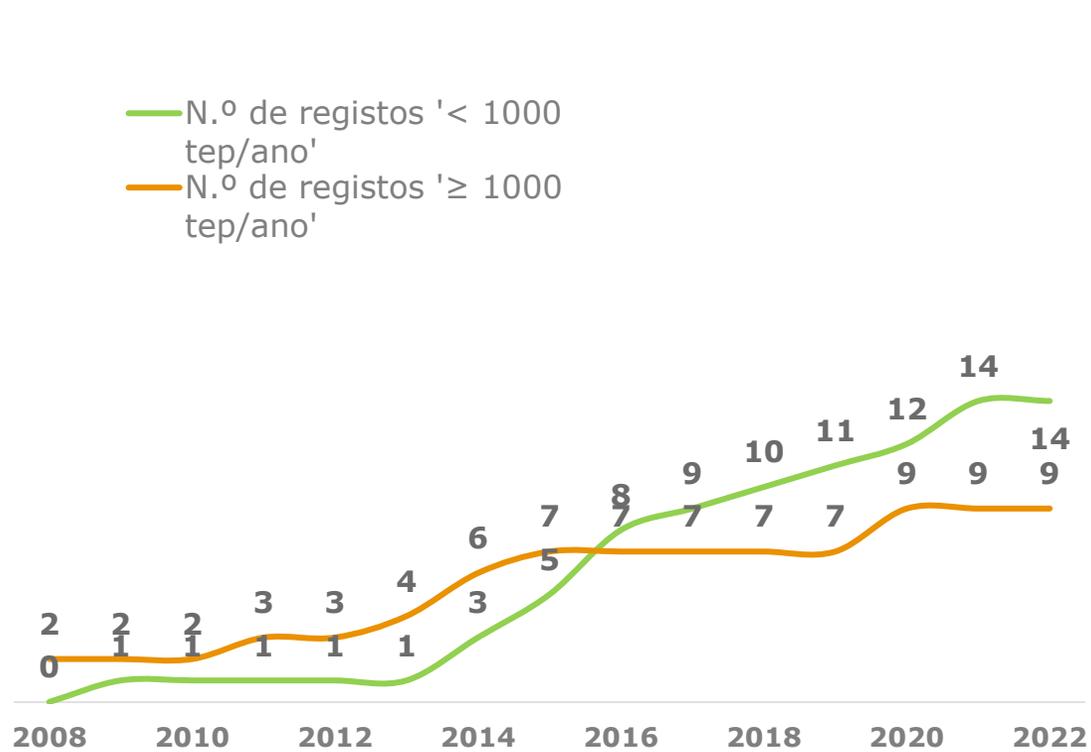


152 M€

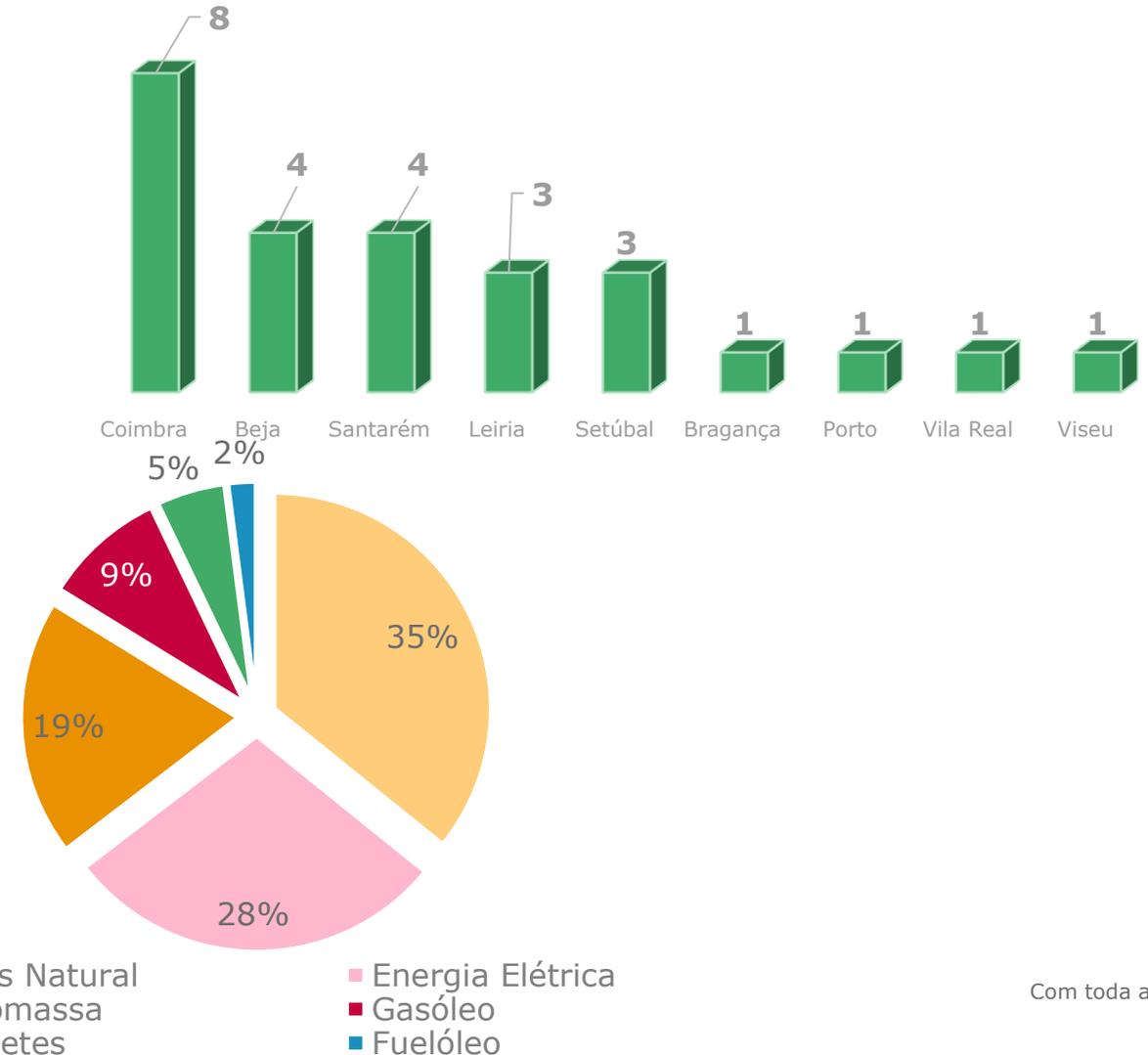


Superior a 1000 M€
(vida útil de 10 anos)

Número de Registos- Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca



■ Instalações por Distrito



PREn - Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca

Redução Consumo Energético

8%

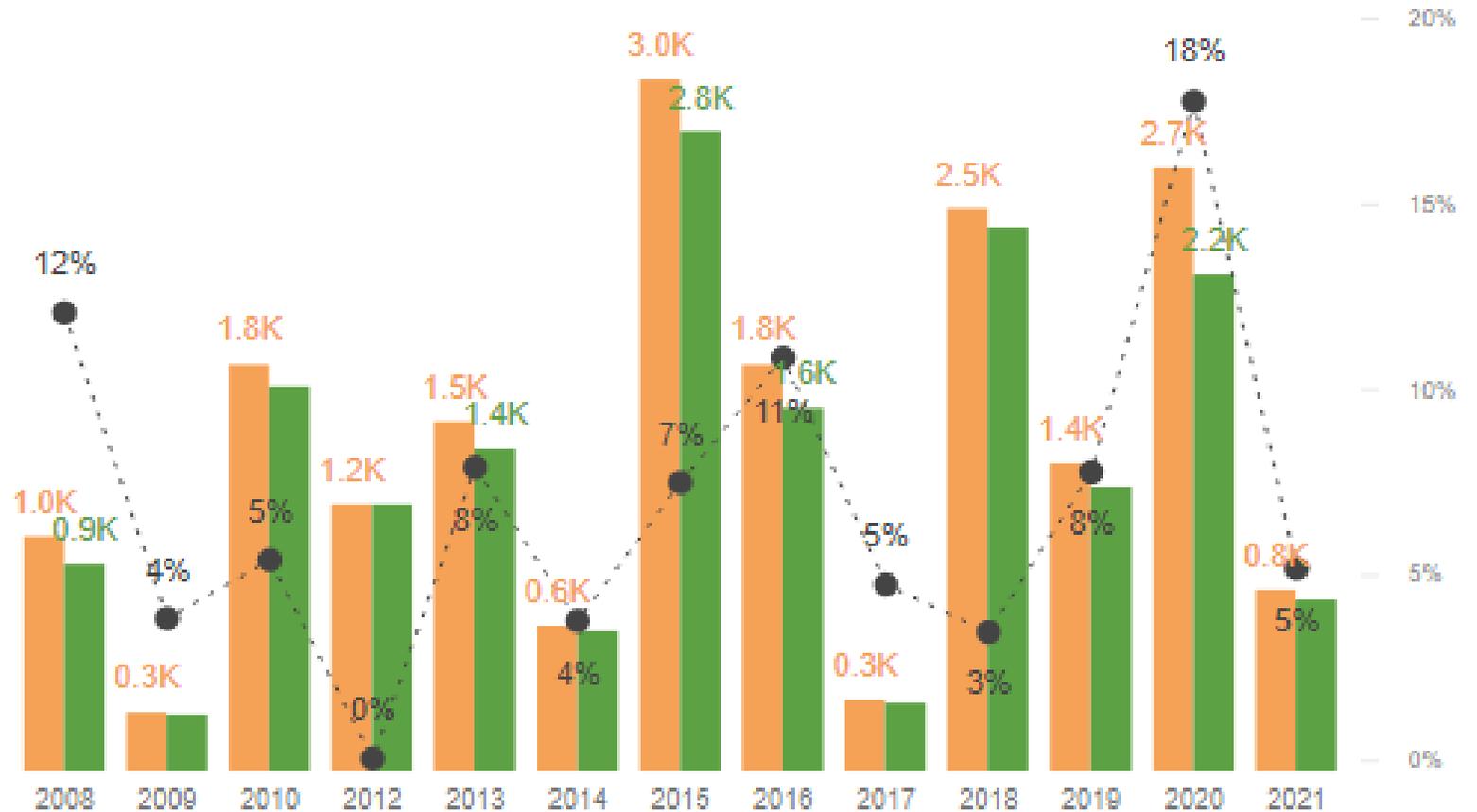
Quantidade de PREn Aprovados

26

Consumo Ano Ref. vs Final PREn



Previsão de redução de consumo no SGCIE



Medidas - Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca

Redução GEE (t CO2 e)

5.951,4

Economia (€)

1,1 M

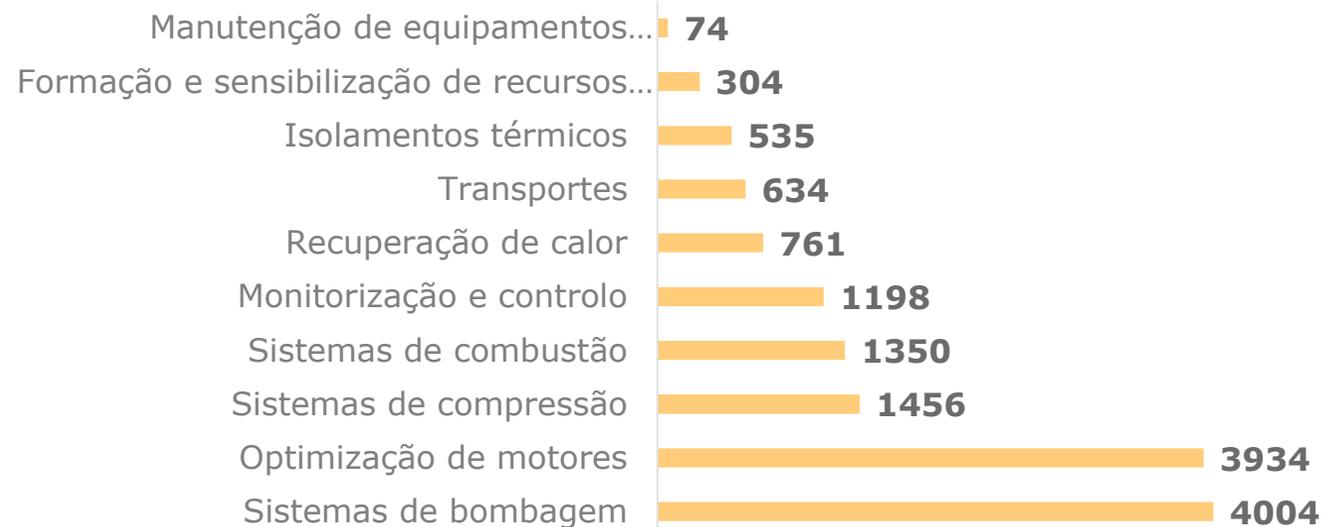
Investimento (€)

3,3 M

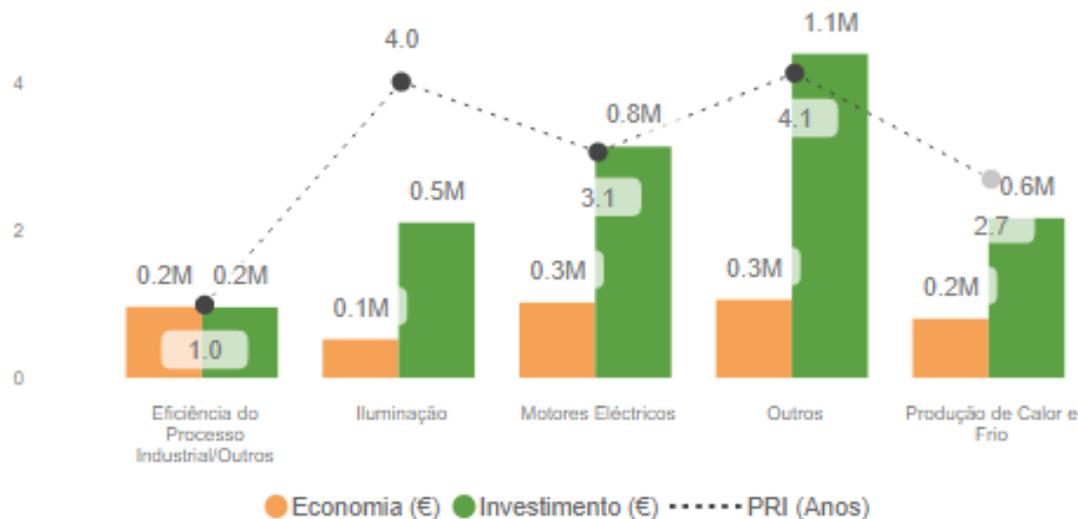
Medidas Poupança Med. Tran. (tep)

1.514,1

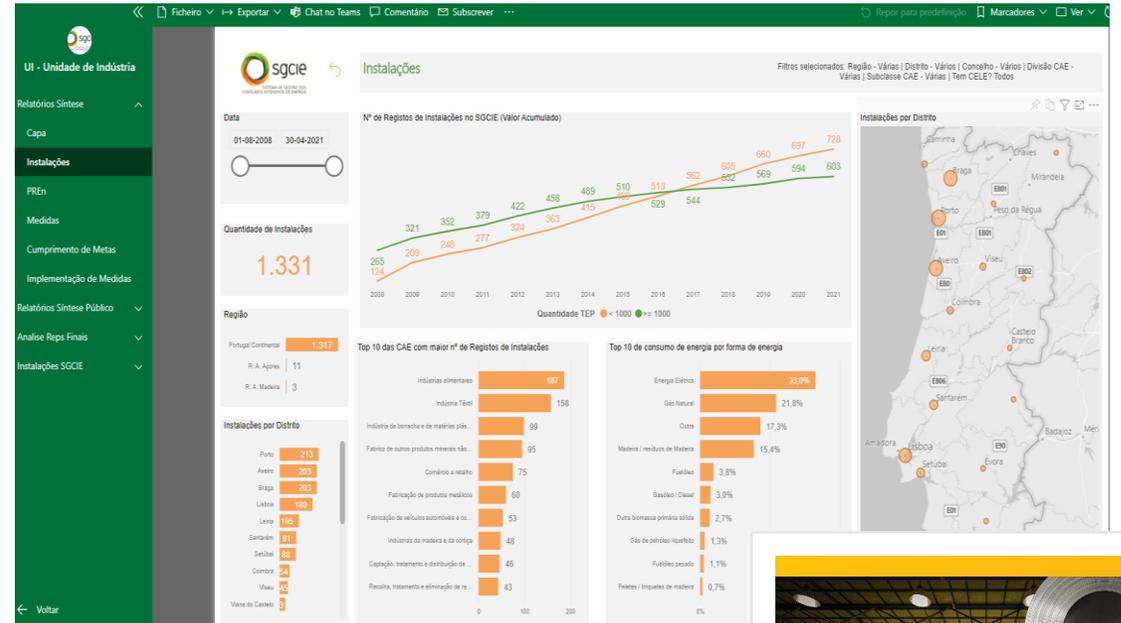
Custo de redução por tep (€/tep)



Economia, investimento e PRI médio por tipologia de medi...



Informação SGCIE



MANUAL DE AUDITÓRIAS ENERGÉTICAS NA INDÚSTRIA



Manual de Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido

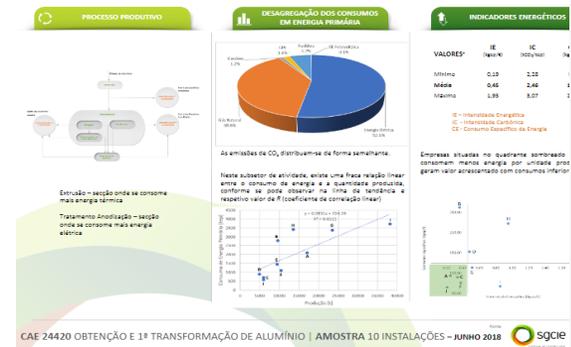


Consulte já a publicação digital

Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração na Indústria

A photograph of an industrial refrigeration system, featuring large metal units and complex piping.

Resultados Plano de Racionalização dos Consumos



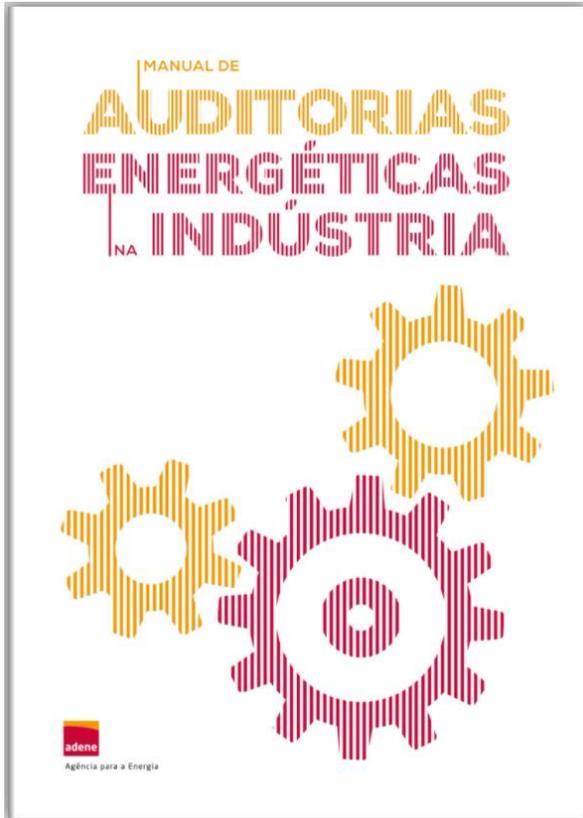
OBTENÇÃO E PRIMEIRA TRANSFORMAÇÃO DE ALUMÍNIO

CAE 24420

JUNHO DE 2018

SGCIE SISTEMA DE GESTÃO DOS CONSUMOS INTENSORES DE ENERGIA

Com toda a energia.



2.7 Equipamentos de Monitorização e Medição

Neste capítulo apresentam-se os principais equipamentos utilizados na realização das auditorias energéticas, bem como as necessidades da sua calibração e as metodologias de monitorização que se poderão adotar.

2.7.1 EQUIPAMENTOS DE AUDITORIA ENERGÉTICA

Para a realização de uma auditoria energética, independentemente do motivo da sua elaboração, são necessários equipamentos para o recibo de dados sobre o consumo energético de um equipamento ou de um conjunto de equipamentos produtivos ou dos serviços auxiliares.

Os equipamentos apresentados constituem apenas alguns exemplos das várias gama de equipamentos existentes.

Equipamentos de Monitorização Elétrica

Um analisador de energia elétrica é um equipamento que permite medir um conjunto de parâmetros que definem um sistema elétrico. Existem vários tipos, cada um com o seu princípio de funcionamento, mas basicamente todos apresentam o mesmo resultado final. São equipamentos portáteis, fáceis de transportar devido às suas dimensões e peso e são de fácil utilização.



Figura 2.7.1 - Exemplo de equipamento de monitorização elétrica. O Analisador de energia, à esquerda, com alguns acessórios.

Existem modelos de analisadores de energia elétrica que permitem registos dos valores instantâneos, médias e máximas em períodos definidos pelo operador, relativos às tensões, correntes, fatores de potência (cos ϕ), potências ativas, reativas e aparentes, e consumos quer por fase quer entre fases, etc.

Em alguns modelos é também possível medir e analisar as distorções provocadas pelas harmónicas introduzidas por certas cargas na rede elétrica.

Os analisadores de energia elétrica são instrumentos que poderão servir de apoio ao gestor de energia, devido à informação por ele fornecida, permitindo tirar conclusões relativamente às grandezas elétricas, características de um circuito elétrico de uma instalação ou equipamento, como, por exemplo, o fator de potência, o diagrama de carga, o índice de carga dos transformadores, o equilíbrio entre fases, entre outros.

Cuidados a ter:

- A utilização deste tipo de equipamento de medida exige que o utilizador obedeça às regras básicas de segurança no manuseamento de circuitos elétricos, como sejam:
 - usar luvas protetoras para tensões superiores a 400 volts;
 - usar calçado isolante;
 - nas medições no interior do posto de transformação (PT) usar sempre o estrado ou tapete isolante;
 - evitar fazer as montagens do equipamento de medida apoiadas nas partes dos quadros elétricos;
 - ter o cuidado de verificar se, por exemplo, o "fio de terra" não é usado como fio condutor de corrente;
 - evitar, o todo o custo, curto-circuitos.

Outras medidas de ordem prática:

- verificar se, ao abrir um quadro elétrico de um equipamento, ele não desliga;
- verificar o aperto dos cabos elétricos que vão ser sujeitos à medição de corrente elétrica;
- verificar se a saída de um quadro geral corresponde, efetivamente, ao que se pretende medir.

Equipamento de Gases de Combustão

A análise de gases de combustão é utilizada como método de controlo de alguns variáveis e parâmetros de operação de geradores de calor, tais como excesso de ar, emissões gasosas, caudal de gases (calor), rendimento de combustão, etc.

2.8 Balanços de Massa e Energia

Para se saber como se está a utilizar a energia, qual o rendimento das diversas equipamentos e quais as perdas verificadas, é fundamental proceder a medições, as quais conduzirão ao conhecimento de determinados grandezas que irão afetar o maior ou menor êxito com que se utiliza energia.

A forma mais completa de ficar a conhecer um equipamento é efetuar um balanço mássico e energético.

Neste capítulo são apresentadas algumas equações básicas inerentes à realização de balanços mássicos e energéticos.

Refiro-se que estas equações foram retiradas da coleção de Manuais de Conservação de Energia da Direção Geral de Energia, sendo aquelas bastante mais detalhadas no que concerne à apresentação de valores típicos para algumas das variáveis destas equações, bem como na apresentação de curvas, gráficos e tabelas auxiliares.

Refiro-se que nestas equações considero-se a temperatura de referência de 0°C.

2.8.1 PRODUÇÃO DE CALOR

Por Combustível $Q = M_c \times (PC_3 + C_{p3} \times T_c)$

Em que:
 Q - Potência térmica (kW)
 M_c - Caudal de combustível (kg/h)
 PC_3 - Poder calorífico superior do combustível (kJ/kg)
 C_{p3} - Calor específico do combustível (kJ/kg °C)
 T_c - Temperatura do combustível (°C)

A utilização da PC3 (poder calorífico superior) dos combustíveis torna mais simples os cálculos, uma vez que utilizando a PC1 (poder calorífico inferior) temos de ter em conta que já foi descontado neste valor o entalpia de vaporização da água proveniente da reação de combustão e do teor de água existente no combustível.

Nas tabelas seguintes apresentam-se exemplos de valores típicos de poder calorífico e de calor específico para alguns combustíveis.

Tabela 2.8.1 - Valores típicos de poder calorífico para alguns combustíveis.

Combustível	PC1 (kJ/kg)	PC3 (kJ/kg)
Fuelóleo	43 200	41 200
Gás natural	55 174	49 280
Propano	50 300	46 800
Gásóleo	43 700	42 800

Tabela 2.8.2 - Valores típicos de calor específico para alguns combustíveis.

Combustível	Calor específico (kJ/kg °C)
Combustíveis líquidos	2,1
Propano líquido	2,5
Betano líquido	2,0
Gás natural	2,0
Carvão	1,3

Por Electricidade

$Q = P \times 3600$

Em que:
 Q - Potência térmica produzida pelo elemento (kW)
 P - Potência elétrica dissipada em calor (kW)

3.1 Caldeiras (água quente, vapor, termofluido)

3.1.1 DEFINIÇÃO

Uma caldeira é um equipamento em que os gases quentes provenientes da combustão de um combustível fornecem calor a um fluido a aquecer (a água a vaporizar), através das paredes metálicas que o envolvem.

Numa caldeira, denominação usual de gerador de calor, existe um local destinado à combustão (designado por câmara de combustão e onde se produzem os gases quentes que irão servir de fluido aquecedor) e outro local destinado à transmissão de calor - a caldeira propriamente dita.

Entre várias classificações possíveis, as caldeiras podem ser classificadas em função do fonte de energia utilizada ou do tipo de combustível utilizado (sólido, líquido ou gasoso), do tipo de fluido produzido (água quente, vapor, termofluido), do tipo de câmara de combustão que englobam (fornalha, tubo de fogo ou câmara de combustão tubular), entre outros.

O corpo do gerador é o local onde se dá a transferência de calor dos gases de combustão para o fluido a aquecer.

Para além dos componentes referidos do gerador, existem ainda outros equipamentos auxiliares que permitem melhorar e vigiar o bom funcionamento do gerador, como, por exemplo, as bombas de alimentação, os válvulas de segurança, o quadro de controlo e comando, diversos manómetros, pressostatos, economizadores, e muitos outros.

A caracterização de uma caldeira pode ser efetuada através dos seguintes parâmetros:

- Natureza do fluido a aquecer;
- Tensão (pressão máxima que não pode ser excedida durante o funcionamento do gerador) e pressão de serviço;
- Temperatura do fluido a aquecer.

- Combustível a queimar;
- Potência térmica a produzir;
- Superfície de aquecimento (toda a parte metálica que é banhada, por um lado, pelo fluido quente ou sujeita à radiação do chama e, por outro, pelo fluido a aquecer);
- Capacidade, que será o volume total de todas as partes internas da caldeira sujeitas à pressão;
- Rendimento térmico.

3.1.2 TIPOS DE CALDEIRAS

3.1.2.1 Caldeiras Prototubulares

Estas caldeiras são também designadas por caldeiras de tubos de fumo. Têm normalmente forma cilíndrica e encontram-se na posição horizontal. Dentro dos tubos passa o fluido quente, ou seja, os gases de combustão.

Estas caldeiras têm normalmente um grande volume de água no seu interior, sendo utilizadas em indústrias com grandes pedidos de potência e cargas irregulares.

Este tipo de gerador ocupa um lugar importante nos diversos tipos de indústria, assim como no aquecimento ambiente de grandes edifícios de serviços, devido à sua aptidão para os mais diversos serviços, utilizando-se na produção de:

- Água quente (temperatura máxima de 110°C);
- Água sobreaquecida (com temperaturas acima dos 110°C e pressões de serviço superiores a 0,5 bar);
- Vapor saturado de baixa pressão (pressão de serviço até 0,5 bar);
- Vapor saturado ou sobreaquecido, com pressões máximas no ordem de 30 bar e temperaturas de sobreaquecimento máximas de 420°C.

3.1.2.2 Caldeiras Aquotubulares

Nas caldeiras aquotubulares (também designadas por caldeiras de tubos de água) a água que circula nos tubos irá ser aquecida até se tornar vapor saturado, água sobreaquecida ou mesmo vapor sobreaquecido. O fluido aquecedor circula pelo exterior dos tubos ou feixes tubulares.

Este tipo de caldeira tem normalmente um custo mais oneroso em relação às caldeiras prototubulares, para o mesmo débito de vapor e pressão.

4.1 Têxtil

A indústria têxtil é um dos setores mais adequados para a implementação de sistemas de recuperação de calor. No geral, neste setor, o consumo de vapor é elevado e uniforme, apresentando à central térmica um número considerável de horas de funcionamento anual e tornando muito interessante a integração de processos.

O consumo de energia térmica em unidades de acabamento têxtil tem um peso significativo na contabilidade energética dessas instalações, podendo representar mais de 70 % do consumo global de energia. A energia térmica é consumida nas diferentes etapas do processo industrial (secagem, lavagem, entre outras) a diferentes temperaturas, podendo ser consumida de forma direta ou através de permutadores de calor.

De seguida apresentam-se, de forma sucinta, metodologias de estudo de medidas de melhoria frequentemente aplicáveis neste setor.

4.1.1 BALANÇO TÉRMICO A UMA MÁQUINA DESCONTÍNUA DE TINGIMENTO

A figura seguinte apresenta o diagrama de fluxos da operação de tingimento numa máquina de rolo.

A operação consiste no tingimento de 200 kg de fio de poliéster (base seca) num volume de banho de 2600 litros de água. Como meio de aquecimento nas várias fases do ciclo em que há necessidade de elevar ou manter a temperatura do banho, utiliza-se vapor indirecto a 5,5 bar (rel.). A temperatura ambiente é 25°C.

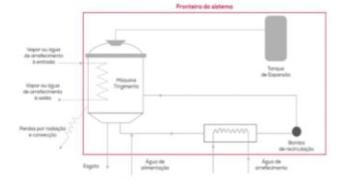


Figura 4.1.1 - Diagrama de Fluxos do tingimento numa máquina de rolo

Para realizar um balanço mássico ou energético a este sistema é necessário conhecer todos os etapas do ciclo de tingimento e realizar medições de caudais e temperaturas, entre outros.

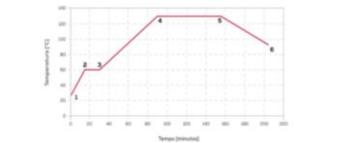
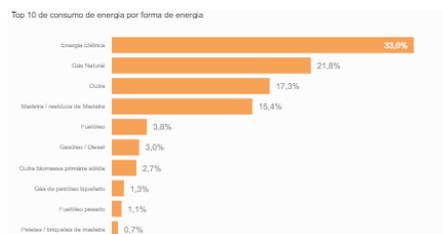
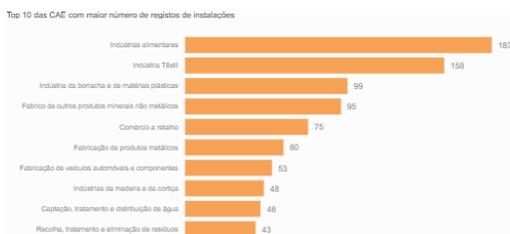
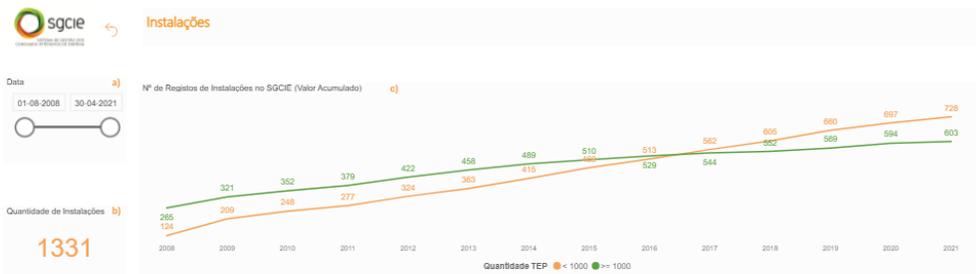


Figura 4.1.2 - Caracterização dos etapas do fase do ciclo de tingimento

Informação estatística SGCI



Microsoft Power BI 1 de 5



Remover filtros

Permite que o utilizador retire os filtros utilizados na página atual.



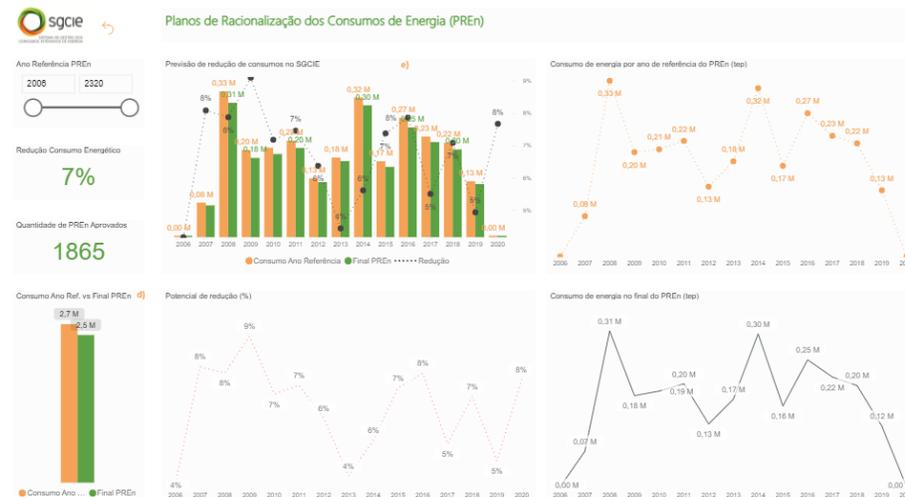
Modo de detalhe

Permite que o utilizador concentre a sua atenção apenas num visual, maximizando a informação desse visual.

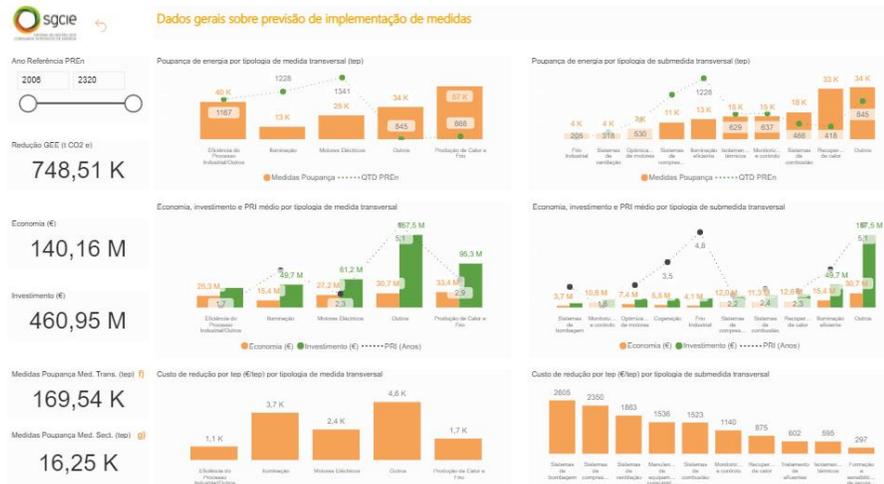


Agência para a Energia

Informação estatística SGCI



Microsoft Power BI 2 de 5



Microsoft Power BI 3 de 5

tergia.



Agência para a Energia

Manual de Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido



Agência para a Energia

2.2. Determinação de utilizações e custos associados ao ar comprimido. Auditorias/Diagnósticos

Para determinar a utilização e os custos associados ao ar comprimido, será necessário uma recolha rigorosa de informação, relativa não só aos consumos energéticos, mas também do perfil de consumo de ar comprimido. Para tal será necessário efetuar um diagnóstico ou auditoria energética, com medições efetivas ou estimadas, tendo por base os instrumentos de medição existentes na instalação ou em alternativa recorrer a auditoria externa para determinar ou complementar a informação relativa aos custos associados à produção de ar comprimido.

Meios alternativos para estimar valores de consumo de energia e caudal:

- Combinações tempo de operação dos compressores e especificações técnicas dos mesmos, poderá ser calculado o volume de ar produzido e respetiva energia consumida.
- Por exemplo num compressor de carga/vazio, com base nas horas de carga e de vazio podemos estimar as médias dos consumos energéticos e o volume de ar produzido.

Exemplo:
Energia consumida (kWh) = (Horas carga x kW em carga + Horas de vazio x kW em vazio)
Volume produzido (m³) = (Horas carga x caudal produzido (l/s) x 3,6)

Meios de medição efetiva de valores de consumo de energia e caudal:

- Instalação de caudalímetros para determinar o perfil de consumo de ar comprimido.
 - Sensores de pressão para permitir análise de perdas de carga.
 - Equipamentos de registo de consumo energético.
- Os dados devem ser obtidos numa semana típica de produção e representativos da realidade dos consumos do SAC.
- A auditoria/diagnóstico energético de um SAC deverá ter uma abordagem cíclica composta pelos seguintes pontos:



Fig.3- Ciclo de abordagem ao processo de otimização de um SAC

1. Pré-auditoria:
Tendo a pré-auditoria uma fase de identificação de possíveis melhorias na operação de um SAC, torna-se importante nesta fase conhecer em detalhe, desde à fase de produção e tratamento do ar comprimido até à sua distribuição. Conhecer em pormenor os processos em que este é utilizado, questionando sempre a possibilidade de fazer de forma diferente, tentando identificar ineficiências e possíveis melhorias. A pré-auditoria é uma fase de observação e interação com quem diariamente trabalha no processo produtivo.

A pré-auditoria irá definir qual o plano de ações e o âmbito da auditoria a realizar. Nesta fase poderá ser estimado o potencial de poupanças esperável, mesmo que de uma forma grosseira.

Deverá ser definido quem irá fazer o quê, como o fará, onde o executará e quando irá acontecer (o quê, onde, como e quando).

2. Auditoria:
Após identificados os possíveis pontos de melhoria, é na fase da auditoria que serão alocados os recursos materiais e humanos necessários para a realização das medições, que irão permitir que o estudo elaborado seja o mais completo possível. É também nesta fase que serão identificados e criadas as condições para que as medições sejam feitas de forma precisa.

A auditoria será a fase onde se irão recolher os dados necessários para obter todas as respostas às perguntas levantadas/estruturadas na pré-auditoria.

Muitas serão as variáveis a registar, de salientar o caudal, a pressão e a energia consumida.

Estas medidas poderão ser aplicadas a uma área específica ou a toda a unidade fabril, dependendo do objetivo e plano definido na pré-auditoria.

3. Recomendações:
Nesta fase são apresentadas soluções que permitam obter poupanças energéticas significativas, de forma sustentável, tanto no SAC como no processo produtivo que permitam uma melhoria na qualidade do produto acabado.

4. Otimização:
Depois da implementação das ações planeadas e com o surgir dos resultados, verifica-se a necessidade de alguns ajustes e afinações. O processo de otimização tem como objetivo poupanças justas para plena adaptação das soluções implementadas ao sistema produtivo.

5. Monitorização de dados:
Os sistemas de monitorização devem garantir em tempo real, que o sistema está a operar dentro dos limites estabelecidos, permitindo identificar os desvios significativos aos valores esperáveis.

O ciclo fecha-se com auditorias regulares, que poderão originar novas recomendações e medidas adaptadas à presença e futuras realidades.

6. Utilização e distribuição de ar comprimido

g/s (m³/min) com base na pressão do ar comprimido por unidade de vazão de fuga.

Absoluta (bar)	1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007
0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009
0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013
0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017
0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021
0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022
0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023
0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024
0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026
0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029
0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031	0.0031
0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032
0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034
0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036
0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038
0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039	0.0039
0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041
0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043
0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044
0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045	0.0045
0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046
0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048
0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049	0.0049
0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

Como se depreende desta Tabela, também a utilização num SAC de uma pressão maior do que o devido contribui para o acréscimo de fugas.

Tabela 4- Tecnologia e aplicações

	Centrífugo	Parafuso Lubrificado	Parafuso Isento de Óleo	Dente	Espiral	Roots	Pistão
Pressão bar(e)	0,3 x 200	4 x 20	0,3 x 13	4 x 10	4 x 10	0,3 x 1	Isol
Qualidade de ar	Isento de óleo	Lubrificado	Isento de óleo	Isento de óleo	Isento de óleo	Isento de óleo	Isol
Tipo de controlo	Modulação (IGV)	Varição de velocidade Carga-Vazio	Varição de velocidade Carga-Vazio	Varição de velocidade Carga-Vazio	Arranque-Paragem	Varição de velocidade Carga-Vazio	Varição Cx
Gama de potência (kW)	> 400	5 x 500	55 x 900	15 x 55	1 x 20	1 x 400	1,5 x 600
Adaptação ao tipo de regime	Contínuo	Variável e contínuo	Variável e contínuo	Variável e contínuo	Intermittente	Variável e contínuo	Intermittente
Aplicações industriais	Processo	Gerar	Gerar	Gerar	Gerar	Baixa Pressão	Alta Pressão
	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo	Alimentar: ETAR, Farmácia, Gráficas, Transportes pneumáticos, Produção de Energia, Petróleo

3.2.1.1 Identificação e medição de fugas

Identificação:
Hoje em dia é fácil localizar as fugas mesmo em ambientes ruidosos, recorrendo a equipamentos que detetam o ponto exato com recurso a aparelhos de ultrassom e sem necessidade de interromper a laboração. Os métodos tradicionais de deteção (por audição, com recurso a espuma de sabão, etc.)

tornam-se pouco eficientes, nomeadamente em ambientes ruidosos, recorrendo a equipamentos de ultrassom e sem necessidade de interromper a laboração. Os métodos tradicionais de deteção (por audição, com recurso a espuma de sabão, etc.)



Fig.7- Aparelho de Ultrassom

Alguns SAC têm caudalímetros instalados para efeitos de monitorização. Com tais dispositivos é possível medir o consumo de ar comprimido quando os equipamentos produtivos não estão em operação, dando assim uma boa indicação sobre o nível de fugas. Na falta dessa instrumentação permanente, pode recorrer-se à sua instalação provisória.

Método:

A medição deverá ser efetuada por método direto, recorrendo a um caudalímetro para medição de caudal real, num período de paragem na produção.



Fig.8- Caudalímetro

$$Q_f = Q_c \times t / T$$

Qf Caudal de fuga (m³/h)
Qc Capacidade do compressor (m³/h)
t Tempo durante o qual o compressor labora em carga (s)
T Tempo total (paragem) (s)

Fórmula 1- Cálculo de estimativa de caudal de fugas

Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração na Indústria



GUIA DE BOAS PRÁTICAS



Agência para a Energia

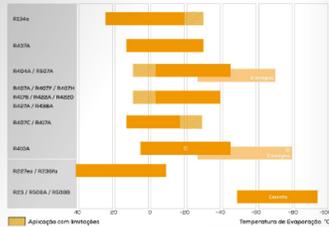


Figura 4 – Campo de aplicação dos refrigerantes HFC (COP < 0)

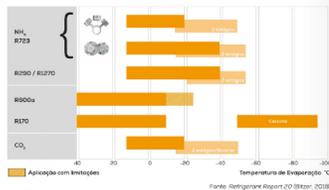


Figura 5 – Campo de aplicação dos refrigerantes não halogenados

Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração na Indústria Sala de Boas Práticas 10

2.3. Fatores que afetam a eficiência dos sistemas de refrigeração

É importante compreender os fatores que afetam a eficiência de um sistema de refrigeração e consequentemente os seus custos de operação. As oportunidades de economia de energia nesta área dependem da forma como efetivamente se controla estes fatores.

2.3.1. Parâmetros que afetam a eficiência de um equipamento de refrigeração – COP, EER, ESEER e Eficiência em kW/TR

COP

O coeficiente de desempenho ou performance (COP, do inglês Coefficient of Performance) é um índice importante para avaliar o "rendimento" ou eficiência de um equipamento de refrigeração. É definido como o razão entre a Capacidade de Remoção de Calor desse equipamento (Energia Útil ou Efeito Refrigerante) e a Energia Consumida pelo Compressor. Pode expressar-se em termos de razão de potências:

$$COP = \frac{\text{Energia útil}}{\text{Energia consumida no compressor}}$$

ou

$$COP = \frac{\text{Potência frigorífica}}{\text{Potência elétrica observada no compressor}}$$

Embora hoje em dia o parâmetro COP esteja mais associado a sistemas de ar condicionado do tipo bomba de calor para a função de aquecimento (com uma definição similar à referida atrás, resultando a diferença apenas no termo do numerador, em que aparece potência calorífica em vez de potência frigorífica), continua a ser um parâmetro bastante útil na avaliação de sistemas de refrigeração. O COP é um índice adimensional, maior que 1, e quanto maior for o seu valor, maior é o rendimento do equipamento. Ou seja, um maior valor de COP significa que o equipamento em questão consegue obter maior efeito refrigerante para uma determinada potência elétrica observada no compressor e consequentemente é mais eficiente. Um menor valor de COP significa que o equipamento/sistema é menos eficiente.

De salientar que, tomando como referência a Figura 2 apresentada atrás e todos os comentários que se tecerem sobre a mesma, a definição de COP corresponde à seguinte expressão:

$$COP = \frac{h_1 - h_2}{h_2 - h_3 - h_4}$$

Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração na Indústria Sala de Boas Práticas 19

- Evaporador (permutador de calor tubular ou de placas), onde é arrefecida a água glicolada por evaporação do refrigerante.
- Refrigerador ou "subcooler" (permutador de calor tubular ou de placas), onde os vapores de amoníaco provenientes do evaporador são subarrefecidos através do subarrefecimento do amoníaco líquido vindo do condensador.
- Absorvedor, onde os vapores de amoníaco provenientes do permutador anterior, a uma pressão próxima da de evaporação, são absorvidos pela solução "fria" de absorvente. O calor de absorção é dissipado por circulação de água (vinda de uma torre de arrefecimento) no condensador desta secção.
- Bomba de solução, que aumenta a pressão desde o valor da zona do absorvedor para a pressão de condensação e transfere a solução "fria" em amoníaco para o gerador/separador.
- Recuperador de soluções (permutador de calor), onde a solução "fria" em amoníaco que é bombeada desde o absorvedor até à coluna de retificação é pré-aquecida em contracorrente pela solução quente de fraca concentração em amoníaco, vindo do gerador, que retorna ao absorvedor.
- Gerador/separador no gerador propriamente dito, que funciona como "rebulidor" de uma coluna de destilação, dá entrada a energia térmica que alimenta o sistema, sob a forma de vapor ou de água quente ou de gases quentes; a solução "fria" em amoníaco, pré-aquecida, dá entrada na coluna de retificação pela sua parte inferior, donde refúxo para o gerador num processo de transferência de massa simultâneo ao da formação de vapor de amoníaco que ascende ao longo da coluna. No gerador (permutador tubular ou de placas) dá-se a ebulição e vaporização parcial da solução "fria", pelo aquecimento com a energia térmica introduzida. Como o amoníaco tem um ponto de ebulição inferior ao da água, forma-se uma solução "fria" que posteriormente é arrefecida no recuperador de soluções e daí segue para o absorvedor. O vapor que ascende ao longo da coluna de retificação consiste de amoníaco e de uma parte de vapor de água. A retificação resulta da transferência de massa na parte intermédia da coluna com solução "fria" e na parte superior da coluna com amoníaco líquido (refluxo). A concentração em amoníaco na topo da coluna pode ser do ordem dos 99,8%.
- Condensador evaporativo, onde o vapor de amoníaco é liquefeito (condensado) e daí segue para o permutador de calor referido em b. Um fluxo parcial retorna à coluna de retificação, com o auxílio de uma bomba de refluxo. Em algumas instalações este refluxo poderá verificar-se num condensador de refluxo situado antes do condensador evaporativo.
- No expansão do amoníaco líquido desde a pressão de condensação até à pressão de evaporação, poderá haver um outro permutador para além do referido em b, para um arrefecimento suplementar do amoníaco antes da sua entrada no evaporador.

Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração na Indústria Sala de Boas Práticas 50

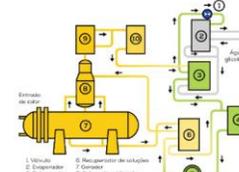


Figura 15 – Diagrama de um sistema de refrigeração por absorção

Em qualquer dos tipos de máquina de absorção referidos é possível ter-se mais do que um nível de temperatura de evaporação no mesmo máquina, isto é, podem ser concebidas para fazer face a quaisquer variações das cargas de frio exigidas pelos processos, com variações proporcionais das necessidades térmicas, bem como a variações das temperaturas do água de arrefecimento e das condições ambientais. O seu funcionamento é simples e pode ser completamente automatizado, e as únicas partes móveis são as bombas de circulação de solução, de refluxo e de circulação do refrigerante líquido para o evaporador, cujas consumo energético são insignificantes. Logo, as exigências de manutenção são mínimas, além de que o impacto ambiental é baixo – eliminação de HFCs ao substituí-los a compressão mecânica por compressão térmica via ciclo de absorção, economia de energia primária e consequentes reduções de emissões de CO₂, SO₂ e NO_x se utilizado conjuntamente com cogeração. E pode ter uma configuração tão compacta como a ilustrada na Figura seguinte.



Figura 16 – Apoio de uma instalação de refrigeração por absorção

Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração na Indústria Sala de Boas Práticas 51

- 10110 - ABATE DE GADO (PRODUÇÃO DE CARNE)
- 10120 - ABATE DE AVES (PRODUÇÃO DE CARNE)
- 10130 - FABRICAÇÃO DE PRODUTOS À BASE DE CARNE
- 10204 - SALGA, SECAGEM E OUTRAS ATIVIDADES DE TRANSFORMAÇÃO DE PRODUTOS DE PESCA E AQUICULTURA
- 10395 - PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FRUTOS E DE PRODUTOS HORTÍCOLAS POR OUTROS PROCESSOS

O subsetor com a Classificação da Atividade Económica 10395 – Preparação e conservação de frutos e de produtos hortícolas por outros processos, de acordo com os dados das Estatísticas da Produção Industrial – 2016 do INE, tem em atividade no referido ano, 83 unidades de produção que geram um valor de vendas próximo dos 520 milhões de euros; este subsetor tem como mercado principal o mercado exportador, que absorve quase 63 % do valor das vendas. Neste mercado, 79 % das vendas respeitam ao mercado da União Europeia. (Publicação de 2018)

Ficha Caderno

- 10611 - MOAGEM DE CEREAIS
- 10612 - DESCASQUE, BRANQUEAMENTO E OUTROS TRATAMENTOS DO ARROZ
- 10711 - PANIFICAÇÃO
- 10720 - FABRICAÇÃO DE BOLACHAS, BISCOITOS, TOSTAS E PASTELARIA
- 10912 - FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE CRIAÇÃO (EXCEPTO PARA AQUICULTURA)
- 11021 - PRODUÇÃO DE VINHOS COMUNS E LICOROSOS
- 11050 - FABRICAÇÃO DE CERVEJA
- 11071 - ENGARRAFAMENTO DE ÁGUAS MINERAIS NATURAIS E DE NASCENTE
- 13101 - PREPARAÇÃO E FIAÇÃO DE FIBRAS DO TIPO ALGODÃO
- 15111 - CURTIMENTA E ACABAMENTO DE PELES SEM PÉLO
- 16101 - SERRAÇÃO DE MADEIRA
- 21201 - FABRICAÇÃO DE MEDICAMENTOS
- 23412 - FABRICAÇÃO DE ARTIGOS DE USO DOMÉSTICO DE FAIANÇA, PORCELANA E GRÉS FINO
- 24420 - OBTENÇÃO E PRIMEIRA TRANSFORMAÇÃO DE ALUMÍNIO
- 27320 - FABRICAÇÃO DE OUTROS FIOS E CABOS ELÉTRICOS E ELÉTRONICOS
- 36002 - DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

CADERNOS SUBSETORIAIS



PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FRUTOS E DE PRODUTOS HORTÍCOLAS POR OUTROS PROCESSOS

CAE 10395 2018



PROCESSO PRODUTIVO

DESAGREGAÇÃO DOS CONSUMOS EM ENERGIA PRIMÁRIA

As emissões de CO₂ distribuem-se de forma semelhante

INDICADORES ENERGÉTICOS

VALORES	IE (t/ep)(K)	IC (tCO ₂ /tep)	CE (t/ep)(K)
Mínimo	0,20	2,57	63,5
Valor de referência*	0,44	2,73	135,3
Máximo	2,08	2,97	240,8

IE – Intensidade Energética
IC – Intensidade Carbonica
CE – Consumo Específico de Energia

MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

PESO RELATIVO DA ECONOMIA DE ENERGIA

- Optimização de motores: 5,1%
- Sistemas de compressão: 0,9%
- Sistemas de combustão: 24,4%
- Recuperação de calor: 28,2%
- Iluminação eficiente: 2,1%
- Monitorização e controlo: 16,2%
- Monitorização de equipamentos consumidores de energia: 2,8%
- Isolamentos térmicos: 7,4%
- Formação e sensibilização de recursos humanos: 9,0%
- Outros: 3,4%

RESULTADOS ESPERADOS

Medidas (nº): 37

Economia EE (tep): 56

Economia GN (tep): 401⁶

Economia Fuelóleo (tep): 675

*Redução de consumo por unidade de combustível

Redução das Emissões de CO₂ (t): 1.231

Redução da Fatura Energética (€): 187.033

Este subsetor caracteriza-se por elevados consumos de energia térmica – neste processo, as fases respeitantes à **enxofração** e **choque térmico**, **enxofração**, **esterilização** e **pasteurização**, são as maiores consumidoras de energia térmica

CAE 10395 PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FRUTOS E DE... | AMOSTRA 5 INSTALAÇÕES – 2018

PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FRUTOS E DE PRODUTOS HORTÍCOLAS POR OUTROS PROCESSOS | CAE 10395 | 2018

de vapor”, “Instalação de sistemas de gestão de consumos de energia”, “Instalação de economizadores” e “Formação e sensibilização” destacam-se como as medidas com maior potencial de economia de energia para este subsetor.

Medidas	Forma de Energia	Peso da Economia da 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 ⁶	GN ⁶	F ⁶	G ⁶	Total				
Migração dos parâmetros de queima dos geradores de vapor	GN, F	1,0%	-	7,2	67,8	-	75,0	22,7%	238,9	11.597	0,4 (0,2 – 1,9)
Instalação de economizadores	EE, F	3,3%	2,0	-	37,7	-	39,7	12,0%	105,6	20.103	5,2 (5,1 – 5,4)
Instalação de sistemas de gestão de consumos de energia	EE, GN, F	1,7%	11,7	10,3	4,4	-	31,4	15,6%	134,5	25.057	1,9 (1,1 – 8,9)
Isolamento de tubagens	GN, F	0,3%	-	5,9	8,2	-	9,1	2,8%	26,2	4.245	3,4 (0,1 – 5,1)
Isolamento de subagens	GN, F	0,6%	-	6,4	0,9	-	7,3	2,2%	20,1	2.868	0,9 (0,7 – 1,0)
Formação e sensibilização	EE, GN, F, G	1,0%	7,1	23,0	1,5	0,1	31,7	9,6%	82,4	15.130	0,4 (0,3 – 4,1)
			20,8	77,8	115,5	0,1	214,2	64,9%	607,7	99.198	-

Quadro 5 Medidas de URE mais frequentes e com maior impacto nos 5 PRen das instalações da CAE 10395

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”, “Monitorização e controlo” e “Formação e sensibilização de recursos humanos”, as quais, geram uma redução anual nos consumos de 258 tep, correspondente a mais de 78% do total das reduções previstas.

No que respeita às emissões de CO₂, estas medidas representam no seu conjunto uma redução anual perto de 1.049 t, correspondente a 85% do total das reduções previstas; relativamente à redução da fatura energética, correspondem a perto de 82% 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 aos “Isolamentos térmicos”, “Recuperação de calor”, “Sistemas de combustão” e “Iluminação eficiente”.

Por fim, e de um modo geral, os períodos de retorno do investimento médio (PRI) por natureza da



adene.pt



geral@adene.pt



(+351) 214 722 800



[linkedin.com/company/
adene/mycompany/](https://www.linkedin.com/company/adene/mycompany/)

Obrigado!

