
Metodologia para a Implementação de Gestão Operacional de Energia

Projeto 46595_‘Qualify.Teca’

Apoiado pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER)

Fevereiro, 2023

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

Índice

1. Introdução	3
1.1 Projeto Qualify.Teca.....	3
1.2 Enquadramento	3
2. Aspetos Comportamentais e Organizacionais	5
3. Medidas Transversais de Poupança de Energia.....	6
3.1 Sistemas de iluminação.....	6
3.1.1 Balastro eletrónico.....	6
3.1.2 Estudo luminotécnico	7
3.1.3 Sensores (crepusculares, ocupação, <i>dimming</i>).....	8
3.1.4 Iluminação LED	8
3.2 Força Motriz.....	9
3.2.1 Arranquadores Suaves	10
3.2.2 Variadores de velocidade.....	11
3.2.3 Motores de alta eficiência	12
3.3 Sistemas auxiliares/Térmicos	13
3.3.1 Ar comprimido.....	13
3.3.2 Sistemas de ventilação.....	17
3.3.3 Equipamentos térmicos	18
3.4 Soldadura Elétrica	19
3.5 Monitorização dos consumos de energia	19
3.5.1 Análise de faturas	19
3.5.2 Sistema de monitorização da energia.....	20
3.6 Fontes de Energia Renováveis	21
3.6.1 Sistema Solar Fotovoltaico.....	21
3.6.2 Sistema Solar Térmico	21
4. Conclusão	22
5. Bibliografia.....	23

Índice de Figuras

Figura 1 – Consumo de energia final (DGEG, 2022).....	4
Figura 2 - Consumo final na indústria (DGEG, 2022)	4
Figura 3 – Balastro eletrónico.....	6
Figura 4 – Estudo luminotécnico (simulação).....	7
Figura 5 – Exemplo de utilização de luz natural e artificial em simultâneo num espaço interior. (AEP, 2015).....	8
Figura 6 – Arrançadores suaves.....	10
Figura 7 – Variadores de velocidade.....	11
Figura 8 – Eficiência vs Potência útil para motores de classes EFF1, EFF2 e EFF3. (ADENE, 2010).....	12
Figura 9 – Fuga de ar comprimido em função do diâmetro do furo e pressão. (AEP, 2015).....	14
Figura 10 – Transdutor de pressão diferencial.	17
Figura 11 - Imagem ilustrativa de um sistema de monitorização/controlo	20

1. Introdução

1.1 Projeto Qualify.teca

O projeto Qualify.teca é promovido pela Associação Empresarial do Concelho de Oliveira de Azeméis (AECO) em parceria com a Associação Empresarial de Águeda (AEA) e tem como principal objetivo a promoção da Especialização Inteligente da Fileira Equipamentos, Serviços e Ingredientes para a Indústria Alimentar, por via do reforço das suas competências em áreas centrais de inovação e qualificação, contrariando a existência de cadeias de valor fragmentadas para o posicionamento internacional.

Este projeto prevê operacionalizar um vasto conjunto de ações, produtos e serviços, no âmbito de três áreas centrais de inovação e qualificação: Indústria 4.0; Economia Circular e Sustentabilidade; Financiamento e Mercado de Capitais. Apresenta-se abaixo algumas das ações, produtos e serviços que serão desenvolvidos no decorrer deste projeto:

- Estudos de caracterização e agregação da fileira;
- Planos estratégicos e de capacitação e qualificação do cluster;
- Benchmarks da performance das empresas ao nível económico-financeiro e de mercado;
- Oportunidades de negócio na Economia Circular e na Indústria 4.0;
- Cálculo da pegada de carbono da fileira;
- Aplicativos de georreferenciação das empresas da fileira e de diagnóstico e gestão de energia;
- Guia de implementação de sistemas de gestão de energia.

1.2 Enquadramento

Atualmente, o setor energético é um dos setores em maior transformação a nível mundial, devido à mudança do paradigma na utilização de combustíveis fósseis como principal fonte de obtenção de energia para o planeta. Devido ao consumo excessivo de combustíveis fósseis, existiu ao longo dos últimos anos um agravamento das consequências da sua utilização, nomeadamente as alterações climáticas, resultando em aumento da temperatura global, subida do nível do mar, etc.

Para combater esta dependência da energia fóssil, não só devido às alterações climáticas mas também à escassez destes combustíveis no futuro, todos os Estados-Membros da União Europeia, através da Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu (EU, 2012), estabeleceram objetivos indicativos nacionais a nível da eficiência energética, e planos de ação para conseguirem reduzir até 20% as emissões de gases com efeito de estufa, relativamente aos níveis de 1990, 20% de energia obtida a partir de fontes renováveis e uma melhoria de 20% de eficiência energética, contribuindo desta forma para uma diminuição da dependência energética europeia.

Em 2021, foi proposto uma revisão da Diretiva Eficiência Energética como parte do pacote “Concretizar o Pacto Ecológico Europeu” e em consonância com a uma nova ambição em matéria de clima de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa da UE em, pelo menos, 55 % até 2030, relativamente aos níveis de 1990, e da Europa se tornar neutra em termos de clima até 2050. Foi proposto também aumentar o objetivo de redução do consumo de energia primária e final para 39 % e 36 %, respetivamente, até 2030.

Em Portugal, os maiores consumidores de energia são os setores dos transportes e da indústria, representando no ano de 2021 respetivamente 31% e 32% do consumo global de energia. De seguida aparecem os setores dos serviços e domésticos

que representam cerca de 32% da energia total consumida em Portugal, podendo estes dois setores serem agrupados e serem classificados como o setor dos edifícios.

Em 2021, o setor da pasta, papel e artigos de papel foi responsável por 31% do consumo na indústria. De seguida a indústria dos minerais não metálicos (cerâmica, vidro e cimento) e industriais dos setores da química, plásticos e borracha que representaram respetivamente 23% e 11% do consumo na indústria.

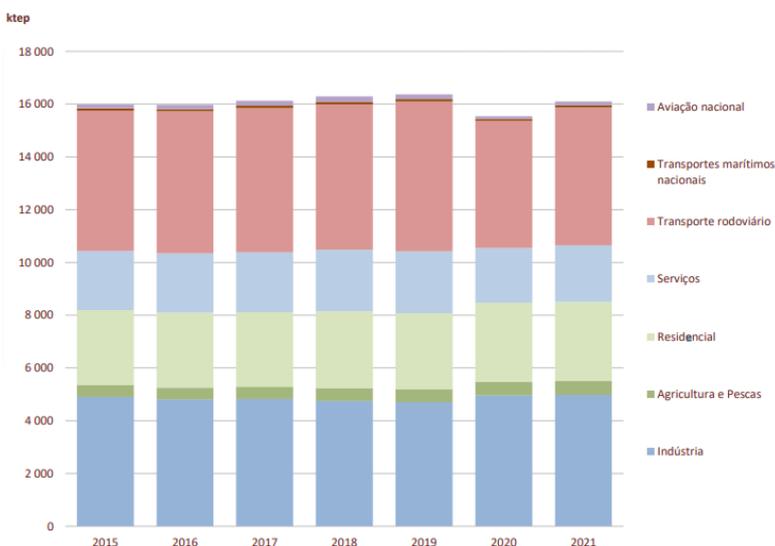


Figura 1 – Consumo de energia final (DGEG, 2022)

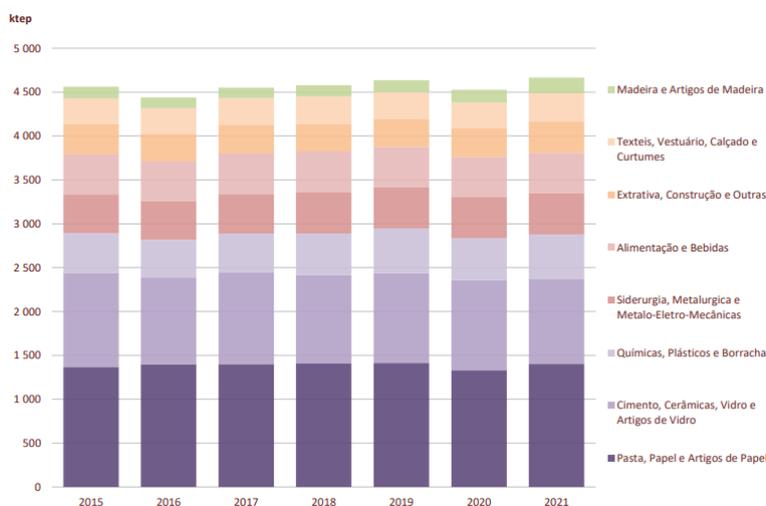


Figura 2 - Consumo final na indústria (DGEG, 2022)

Cofinanciado por:

A indústria relativa à alimentação e bebidas representou 10% do consumo total da indústria durante o ano de 2021.

Durante o ano de 2021, empresas com atividade económica iguais à fileira em estudo, representaram aproximadamente 5% (2 566 GWh) do consumo de energia elétrica e 4% (211 498 x 10³ Nm³) do consumo de gás natural, face ao consumo total registado em Portugal. Caso seja analisado apenas o consumo das empresas localizadas nas zonas que abrangem o projeto em questão (Norte e Centro do país), o consumo de energia elétrica e gás representaram respetivamente 3,5% (1 705 GWh) e o consumo de gás 2% (120 395 x 10³ Nm³).

2. Aspetos Comportamentais e Organizacionais

Os aspetos comportamentais podem apresentar um bom potencial na redução do consumo final de energia, principalmente nos setores da indústria, serviço e doméstico. É estimado que no setor industrial existe uma oportunidade de poupança de aproximadamente 10% a 15%, dependendo sempre de cada situação concreta. Apresenta-se abaixo um conjunto de fatores organizacionais/ações que podem ser implementadas de forma a reduzir o consumo de energia através da mudança comportamental dos trabalhadores, bem como das organizações:

- Comprometimento da gestão de topo na promoção da eficiência energética;
- Definição de um plano para a gestão de energia e eficiência;
- Utilização regular de indicadores de desempenho energético (KPIs);
- Existência de uma cadeia de responsabilidades a diversos níveis para a gestão de energia;
- Desagregar o consumo por setor da fábrica;
- Formação e sensibilização continua dos trabalhadores para a eficiência energética;
- Colocação de lembretes e sinalética de como proceder num local ou equipamento;
- Dar feedback aos trabalhadores sobre os consumos de energia e atribuir prémios face aos cumprimentos de objetivos/metapas de poupanças preestabelecidas.

3. Medidas Transversais de Poupança de Energia

3.1 Sistemas de iluminação

O consumo de energia elétrica associado ao sistema de iluminação de uma instalação industrial poderá representar até 10% do seu consumo total. Atualmente, existem algumas formas de reduzir o desperdício no consumo de energia na iluminação, passando pela instalação de equipamentos e sistemas que proporcionem os níveis de iluminação necessários ao desempenho das atividades, permitindo assim, não apenas uma redução no consumo de energia elétrica, mas também nos custos de manutenção.

3.1.1 Balastro eletrónico

O uso de lâmpadas fluorescentes com balastos, estes necessários para o funcionamento de uma lâmpada de descarga, mas responsáveis pelo aumento do consumo deste tipo de lâmpadas, é um dos fatores responsáveis pelo elevado consumo de energia por parte dos sistemas de iluminação. Atualmente, existem dois principais tipos de balastos: os balastos ferro-magnéticos e os eletrónicos, sendo estes últimos os mais económicos.



Figura 3 – Balastro eletrónico.

A utilização de um balastro eletrónico comparado com os balastos ferro-magnéticos permite um aumento da eficiência das lâmpadas através de uma redução das perdas e por conseguinte um potencial de economia de energia até 25%, mas também um arranque mais suave o que permite que estas tenham um período de vida útil maior e custos de manutenção mais reduzidos.

Vantagens dos balastos eletrónicos face aos balastos ferro-magnéticos:

- Conseguem produzir aproximadamente mais 10% de luz para a mesma potência;
- Não possuem o efeito de cintilação (“flicker”), diminuindo assim o cansaço visual;
- Não produzem ruído durante o seu funcionamento;

- Permitem regulação do fluxo luminoso;
- Consomem menos potência e, por conseguinte, uma menor dissipação de calor.
- Permitem um arranque mais suave, aumentando assim a vida útil da luminária e uma redução dos custos de manutenção.

3.1.2 Estudo luminotécnico

O estudo luminotécnico tem como objetivo final calcular a quantidade necessária de luz artificial para um determinado ambiente, exterior ou interior, de acordo com a sua utilização. O consumo dos sistemas de iluminação de uma instalação industrial pode representar hoje em dia aproximadamente 10% do consumo total, por isso, a escolha correta da forma de iluminação, tipos de lâmpadas, tipos de luminárias, potência, quantidade, distribuição e comando podem ter alguma influência na redução de consumo da unidade fabril. O estudo luminotécnico procura encontrar a solução mais económica em termos de investimento e consumo, no entanto assegurando sempre que o local terá a iluminação ideal em termos de lx.

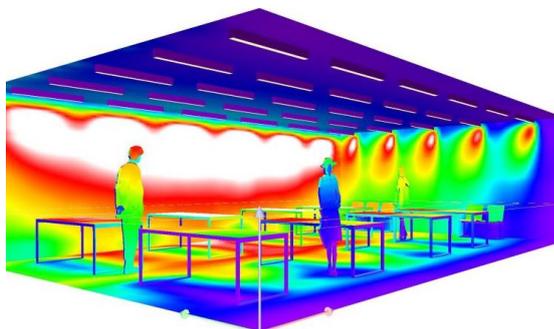


Figura 4 – Estudo luminotécnico (simulação).

Vantagens na realização de um estudo luminotécnico e a respectiva implementação do projecto:

- Poupança energética até 65% do sistema de iluminação;
- Iluminação homogénea;
- Utilização de tecnologias específicas para funcionamento e locais de acordo com as necessidades.

3.1.3 Sensores (crepusculares, ocupação, dimming)

Tal como foi mencionado anteriormente, a utilização de balastros eletrónicos permite a regulação do fluxo das luminárias, permitindo assim uma poupança de energia elevada, porque o fluxo necessário por parte das luminárias (luz artificial) varia muito ao longo do dia, fluxo necessário por parte das luminárias é muito inferior às 11:00h do que às 18:00h.

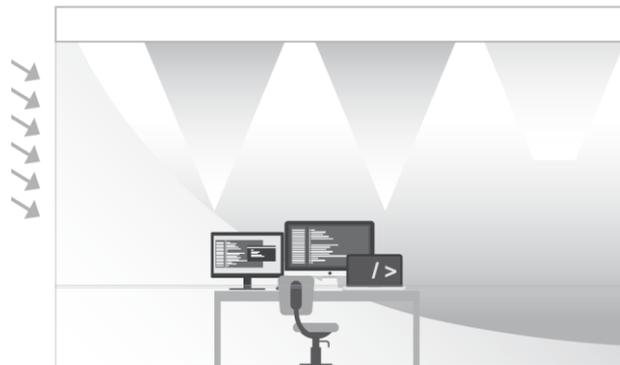


Figura 5 – Exemplo de utilização de luz natural e artificial em simultâneo num espaço interior. (AEP, 2015)

Os sensores de presença ou crepusculares, são outros tipos de sistemas de controlo de iluminação que permitem reduzir o consumo de energia associado ao sistema de iluminação, e, tal como o nome indica, permitem apenas que a iluminação seja ligada quando existe alguém no local, por outro lado, os sensores crepusculares (células fotoelétricas) permitem que a iluminação apenas seja ligada quando os níveis de luminosidade interiores ou exteriores sejam inferiores a um determinado valor, evitando assim o funcionamento em horas em que existe uma boa iluminação natural. De salientar, que os sensores de presença devem ser bem posicionados de modo atuarem sempre que necessário, principalmente se as lâmpadas sobre as quais irão atuar forem incandescentes ou de halogéneo. Se forem lâmpadas fluorescentes tubulares ou compactas, embora exista uma poupança de energia, irá existir um aumento dos custos com as lâmpadas, uma vez que a vida útil destas diminui de forma proporcional com o número de acionamentos.

3.1.4 Iluminação LED

A utilização de lâmpadas *Light Emitting Diode* (LED), como possíveis substitutas para as lâmpadas fluorescentes, podem originar uma redução substancial no consumo de energia por parte do sistema de iluminação. A utilização deste tipo de lâmpadas poderá conduzir a uma poupança de 40% no consumo de energia. Os LED têm ainda um tempo de vida útil muito superior quando comparadas com as lâmpadas fluorescentes, podendo atingir 50 mil horas em funcionamento contínuo, diminuindo assim os custos associados à sua manutenção.

Em complementação às vantagens principais referidas anteriormente na utilização de iluminação do tipo LED, apresenta-se abaixo outro tipo de vantagens na utilização deste tipo de iluminação:

- Os Leds são uma fonte de luz monocromática que não produz luz ultravioleta nem infravermelha, evitando assim riscos tanto na saúde humana como na flora e fauna;
- Apresenta um alto Índice de Reprodução Cromática (IRC), aproximadamente o dobro comparativamente com as lâmpadas convencionais, permitindo cores mais puras, nítidas, intensas e profundas;
- O ligar/desligar é instantâneo;
- Permitem regulação do fluxo luminoso;
- As lâmpadas LED são menos frágeis, comparativamente com as lâmpadas convencionais, e resistem a grandes variações de vibração e de temperatura.

3.2 Força Motriz

Os motores elétricos são bastante usados em diferentes setores e numa vasta gama de aplicação, como compressores, ventiladores, bombas, correias transportadoras, misturadoras, centrifugadoras, prensas, serras, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), etc. Existe um conjunto variado de tecnologias que podem ser aplicadas para reduzir o consumo de eletricidade dos Sistemas Elétricos de Força Motriz (SEFM), como por exemplo, os motores de elevado rendimento, variadores eletrónicos de velocidade, arrancadores suaves, melhoria dos sistemas mecânicos de transmissão, entre outros.

Os Sistemas Elétricos de Força Motriz são de elevada importância para o funcionamento dos processos industriais, de modo que uma paragem não programada destes equipamentos se traduzir em avultados prejuízos. Pelo que é importante uma correta integração e dimensionamento dos seus módulos/componentes, bem como uma adequada regulação/controlo e uma manutenção corretiva, periódica e/ou preditiva para seja possível reduzir ao máximo as interrupções destes equipamentos e custos associados à sua manutenção.

3.2.1 Arrancadores Suaves

Os arrancadores suaves são equipamentos eletrónicos que possibilitam arranques e paragens suaves de motores de indução trifásicos. Estes podem ser usados para controlar os arranques e as paragens de uma máquina, bomba, ou motor, permitindo uma poupança de energia e um aumento da vida útil do motor, bem como uma diminuição do desgaste nos restantes equipamentos a estes ligados, como por exemplo, engrenagens, correntes, rodas dentadas, entre outros.



Figura 6 – Arrancadores suaves

Este tipo de tecnologia pode ser aplicada em: ventiladores, exaustores, sopradores, transportadores de carga, compressores de ar/refrigeração, entre outros.

Vantagens na utilização de Variadores Eletrónicos de Velocidade:

- Arranques e paragens suaves;
- Controlo da aceleração e desaceleração;
- Arranque suave, de baixa intensidade de arranque;
- Paragem controlada, sem golpes de ariete;
- Eliminação de choques mecânicos.

3.2.2 Variadores de velocidade

A colocação de variadores de velocidade na maior parte das aplicações em que se utiliza a força motriz iria permitir reduzir o consumo de eletricidade, uma vez que as aplicações com carga variável ou parcial representam aproximadamente 60% das aplicações de força motriz na indústria. A utilização de variadores de velocidade em ventiladores e bombas são as aplicações mais comuns de poupança energética, permitindo reduzir tipicamente entre 20% a 50%, apresentando por norma um *payback* entre 1 a 2 anos. Os sistemas mais eficientes e mais utilizados no controlo e regulação de velocidades dos equipamentos de força motriz são os Variadores Eletrónicos de Velocidade (VEV).



Figura 7 – Variadores de velocidade

Na maioria das instalações, recorre-se ao uso de válvulas mecânicas ou defletores para o controlo do caudal de ventiladores ou bombas elétricas que trabalham à velocidade nominal. Esta estrangulação causada na circulação leva a elevadas perdas de carga e de eficiência. A utilização de Variadores Eletrónicos de Velocidade permite controlar o caudal de forma eficiente, variando a velocidade do motor, possibilitando assim o ajuste do caudal sem recurso a elementos mecânicos.

Vantagens na utilização de Variadores Eletrónicos de Velocidade:

- Elevado rendimento e fiabilidade;
- Reduz o número de arranques e paragens, logo, reduz o desgaste do equipamento de força motriz;
- Controlo da aceleração;
- Diferentes velocidades de funcionamento para processos diferentes;
- Arranque suave e paragem controlada;
- Permite operação lenta para fins de instalação e manutenção;

Cofinanciado por:

- Ajusta-se à taxa de produção;
- Permite controlo de posicionamento preciso;
- Possibilita o controlo de binário ou tensão;
- Menor desgaste de componentes e equipamentos mecânicos.

3.2.3 Motores de alta eficiência

Os motores de alta eficiência são motores elétricos que apresentam uma eficiência superior a um motor *standard*, normalmente de 3 a 5%, podendo, no entanto, atingir um máximo de 8%. Esta melhoria no desempenho é basicamente obtida através de uma redução das suas perdas, que foi conseguida à custa, quer da utilização de materiais construtivos de melhor qualidade e com melhores acabamentos, quer por alteração das suas características dimensionais. Apresenta-se abaixo as 3 classes de rendimentos de motores elétricos atualmente utilizadas, bem como um gráfico que apresenta para uma gama de potências o rendimento/eficiência dos motores para cada uma das classes:

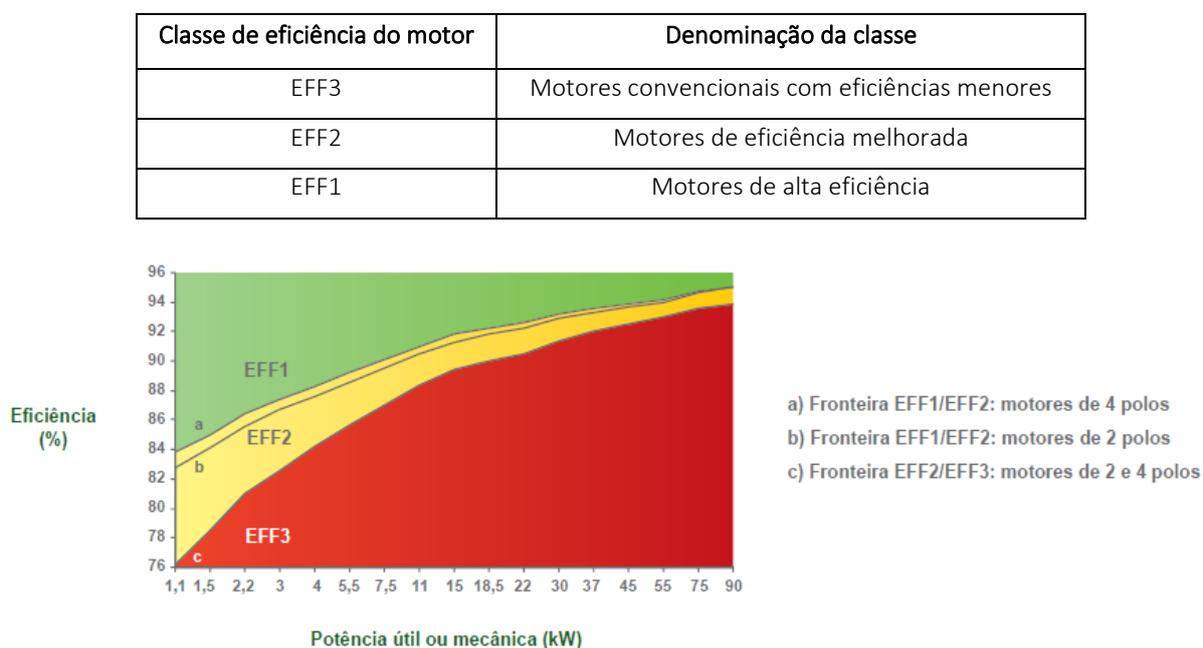


Figura 8 – Eficiência vs Potência útil para motores de classes EFF1, EFF2 e EFF3. (ADENE, 2010)

Apesar dos motores de alta eficiência serem mais económicos energeticamente, estes exigem um investimento inicial superior 25% a 30% em comparação aos motores convencionais, devendo ser feito por isso uma avaliação técnico-económica do investimento através de uma análise prévia custo-benefício.

3.3 Sistemas auxiliares/Térmicos

3.3.1 Ar comprimido

O sistema de ar comprimido está presente na maioria das empresas do setor da indústria, podendo este ser responsável por, aproximadamente, 8 a 10% do consumo total das empresas. O rendimento destes sistemas é baixo pois apresentam elevadas perdas, nomeadamente, fugas de ar persistentes, pressões de serviço elevadas, uso indevido do ar comprimido para limpeza, perdas por calor através dos compressores, entre outras. Por outro lado, também se verifica em algumas empresas que a rede de ar comprimido foi ampliada em função do crescimento destas, muitas vezes associadas a sistemas antigos com eficiências mais baixas e sem que tenham sido consideradas as melhores opções para garantir o correto funcionamento deste sistema.

Para além das medidas de economia de energia relacionadas com os sistemas de força motriz, as quais já foram abordadas no subcapítulo anterior, a optimização do rendimento dos sistemas de ar comprimido deverá passar por intervenções nas seguintes áreas:

- Produção e tratamento do ar comprimido;
- Redes de distribuição de ar comprimido;
- Dispositivos de utilização final;
- Projecto e operação do sistema global.

3.3.3.1 Verificação e retificação de fugas

As fugas de ar no sistema de ar comprimido podem representar 15 a 20% do custo total de produção de ar comprimido. Por esse motivo, é aconselhável efetuar uma verificação periódica no sentido de detetar fugas e proceder à sua reparação, permitindo reduzir para 5 a 10% o custo total de produção. A maioria dos utilizadores deste sistema é pouco sensível à importância na deteção de fugas porque estas são invisíveis e normalmente não provocam danos. Por esse motivo, os operadores deverão ser sensibilizados para alertarem a pessoa responsável, sempre que detetem a existência de fugas, de modo a que estas sejam corrigidas com a maior brevidade possível.

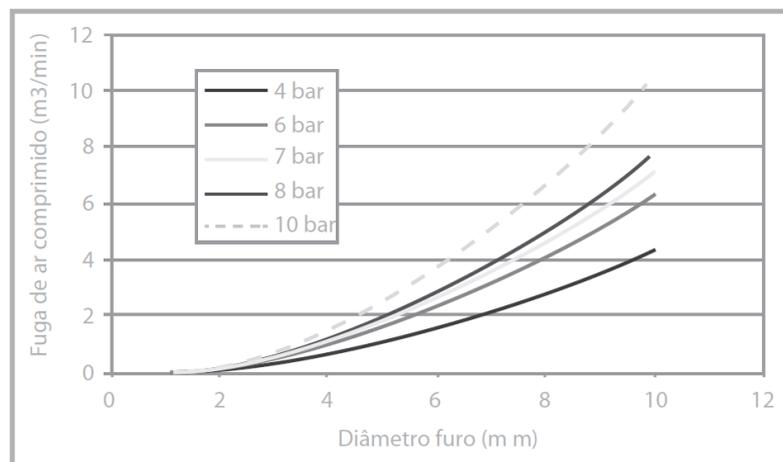


Figura 9 – Fuga de ar comprimido em função do diâmetro do furo e pressão. (AEP, 2015)

Nota: Numa empresa que trabalhe 8 horas, 5 dias por semana e que apresente 10 pontos de fuga, o custo anual das mesmas poderá corresponder a valores superiores a 1500€.

Existem no mercado equipamentos de uso manual que permitem a deteção de fugas de ar comprimido pelo ruído, com por exemplo, o detetor de fugas ultrassónico, permitindo assim a realização de testes de uma forma rápida às uniões, tubos, válvulas, etc.

Vantagens na utilização do detetor de fugas ultrassónico:

- Deteção de qualquer fuga de ar pressurizado até uma distância máxima de 6 a 7 metros;
- Conversão de ultrassons em frequências audíveis;
- Em determinados equipamentos o visor LED confirma o local da fuga;
- Identificação de fugas em ambientes industriais ruidosos;
- Maior capacidade de deteção de fugas, em áreas de difícil acesso, através de acessórios específicos.

3.3.3.2 Purgas de ar comprimido

Nos sistemas de ar comprimido é comum, em determinadas zonas, a formação de condensados, basicamente é água (vapor de água) aspirada pelo compressor que precipita ao longo do sistema de tratamento e distribuição do ar comprimido, podendo em alguns casos conter algumas impurezas, como por exemplo, óleo do compressor, ferrugem, partículas de pó, etc. A maioria dos condensados são eliminados no sistema de tratamento do ar comprimido, no entanto, existe a possibilidade de uma parte deles ainda conseguirem passar, indo depois precipitar ao longo da tubagem de distribuição, causando sérios danos nos equipamentos utilizadores do ar comprimido. A descarga dos condensados do sistema de ar comprimido é obrigatória e de grande importância, uma vez ter grande influência sobre a qualidade do ar comprimido, na segurança operacional e na eficiência de uma instalação de ar comprimido.

Por estes motivos é importante a instalação de purgas em filtros, depósito de ar, secador de ar comprimido e rede de tubagem de distribuição. Para a descarga dos condensados do sistema de ar comprimido, as purgas de condensados controladas eletronicamente em função do nível são as ideais, porque as perdas de ar comprimido (como na válvula do flutuador) são evitadas, pois os tempos de abertura da válvula são calculados e adaptados de modo preciso.

3.3.3.3 Sistemas de desumidificação por absorção

Em processos industriais em que seja necessário ar com uma humidade relativamente baixa, por exemplo, indústrias do medicamento ou produto alimentar devido à presença de produtos sensíveis, normalmente são utilizados desumidificadores por absorção, devido a estes serem muito eficazes na redução da humidade no ar, podendo-se obter valores de humidade relativamente baixos comparativamente com sistemas tradicionais de desumidificação por condensação, mesmo em situações que tenhamos 100% de humidade relativa no ar húmido.

Vantagens do Sistema de desumidificação por absorção:

- Secagem de grandes volumes de ar;
- Rotor de gel de sílica lavável;
- Pressão estática disponível para possível ligação a rede de condutas;
- Filtros de cartuchos para entrada de ar;
- Fácil acesso para manutenção;
- Sistema compacto, com sistema elétrico integrado.

3.3.3.4 Otimização da pressão do ar comprimido

É comum na indústria a produção de ar comprimido a uma pressão elevada e depois expandi-lo até à pressão desejada, originando uma maior perda de ar comprimido através de fugas e, por conseguinte, a redução do rendimento da central de produção de ar comprimido. Por este motivo, torna-se importante que as pressões máximas e mínimas de operação utilizadas no sistema de ar comprimido sejam estabelecidas de forma a conseguir-se obter a eficiência máxima possível do sistema. Estas pressões devem ser estabelecidas de acordo com os dados técnicos dos equipamentos que constituem a instalação. Como regra base, podemos afirmar que a redução de 1 bar de pressão de trabalho no sistema de ar comprimido pode reduzir até 6% do consumo de energia elétrica deste sistema.

Atualmente, é frequente a integração de controladores baseados em computadores industriais no sistema de ar comprimido; estes podem controlar apenas o funcionamento do compressor ou todo o sistema de ar comprimido. Com este tipo de controlo as pressões máximas de trabalho são reduzidas, os compressores são melhor geridos, as perdas de potências são significativamente reduzidas. Estes sistemas permitem efetuar um controlo de banda de pressão em vez de um controlo em cascata, podendo controlar até 16 compressores com uma variação de pressão de aproximadamente 0,1 bar. Anteriormente, o controlo de sistemas de ar comprimido necessitava de uma diferença de pressão de 3 a 4 bar, o que resultava numa pressão de trabalho significativamente alta.

3.3.3.4 Melhoria no sistema de controlo de funcionamento em carga/vazio

O rendimento do sistema de ar comprimido também está diretamente relacionado com a utilização adequada dos compressores em carga/vazio. Um compressor pode passar bastante tempo em vazio, estando em funcionamento sem gerar pressão útil para o sistema, por isso, a redução dos tempos de funcionamento em vazio deve ser considerada, especialmente quando estes originam consumos energéticos que penalizam a eficiência global do sistema. Um compressor a funcionar em vazio pode consumir aproximadamente 20% da energia que seria utilizada, caso tivesse em carga.

Atualmente, para a redução dos períodos em que os compressores trabalham em vazio, são utilizados compressores de diferentes capacidades nas centrais de ar comprimido, permitindo assim o funcionamento de alguns dos compressores em carga e os restantes apenas serem utilizados quando é necessário suprimir algum pico na produção de ar comprimido.

Outro fator crucial para um funcionamento carga/vazio eficiente é a existência de um controlador que consiga fazer uma correta coordenação dos vários equipamentos presentes no sistema, ajustando a produção dos compressores com as necessidades de processos.

3.3.2 Sistemas de ventilação

O sistema de ventilação pode representar, aproximadamente, 15% do consumo total de uma instalação industrial, podendo ser superior, caso seja considerado o consumo associado ao aquecimento/arrefecimento do ar. Este sistema é indispensável na indústria, uma vez permitir melhorar a qualidade de produção, bem como proteger os trabalhadores das emissões de poluentes e/ou calor.

3.3.2.1 Escalonamento de equipamentos

Na maioria das instalações industriais, o sistema de ventilação possui um regime de funcionamento contínuo e não se adapta às necessidades instantâneas do local (ex: a instalação funciona a 50% e a ventilação, por questões de dimensionamento, funciona na mesma a 100%) provocando uma ineficiência na utilização deste sistema. Nestes casos, é importante um correto dimensionamento dos equipamentos utilizados no sistema, de modo a permitir um escalonamento destes durante o seu funcionamento. Esta solução seria posta em prática, caso fosse utilizada na instalação, por exemplo, dois equipamentos semelhantes. Caso a indústria estivesse a operar a 100%, ambos os equipamentos estariam a funcionar a 100%. Por outro lado, caso a indústria estivesse a funcionar a 50% da produção normal, apenas um dos equipamentos estaria a funcionar. Permitindo assim uma poupança de metade do consumo de energia elétrica e, por conseguinte, uma diminuição dos custos associados ao funcionamento deste sistema.

3.3.2.2 Transdutores de pressão diferencial

O transdutor de pressão é um equipamento que permite medir a pressão do sistema de ventilação e transformar essa informação num sinal normalizado, o qual poderá ser conectado a um sistema de regulação, permitindo assim ao utilizador um conjunto variado de possibilidades no controlo/regulação do sistema de ventilação da instalação industrial. A utilização deste tipo de equipamentos, torna-se indispensável para uma melhoria da eficiência do sistema de ventilação, permitindo o controlo dos ventiladores de forma dinâmica e de acordo com o funcionamento em tempo real da instalação.



Figura 10 – Transdutor de pressão diferencial.

Cofinanciado por:

3.3.2.3 Baixa perda de carga nas condutas e acessórios

O sistema de ventilação é constituído por um conjunto variado de equipamentos/acessórios (ex: ventiladores, condutas, filtros, grelhas, baterias de resistências, etc), os quais criam resistência na passagem do ar pelo sistema de ventilação (perdas de carga). Estas perdas de carga podem ser caracterizadas em dois tipos: contínuo (fricção ao longo das paredes da tubagem) ou localizado (resultantes das mudanças de direção). Uma vez as perdas de carga variarem em função da velocidade do ar no circuito, torna-se importante operar com a menor velocidade possível, para as funções que desempenha, para diminuir ao máximo as perdas de carga no sistema.

Um errado dimensionamento e, por sua vez, a utilização de acessórios inadequados traduzem-se em desgastes dos equipamentos de ventilação. Nestas condições o sistema vai ter elevadas perdas de carga ao longo da rede, o que leva a horas de funcionamento e regimes de carga superiores dos equipamentos, que no final de cada mês se traduzem num maior consumo energético/custo.

3.3.3 Equipamentos térmicos

3.3.3.1 Free Cooling

O *free cooling* é uma técnica de climatização de espaços através do arrefecimento destes pela utilização total ou parcial do ar exterior, o qual encontra-se a uma temperatura inferior à interior, permitindo assim a climatização de um determinado local, sem a utilização da bateria de frio de um sistema AVAC, poupando-se energia e obtendo-se assim uma gratuidade ou pelo menos uma redução significativa nos custos de climatização. Esta técnica pode ser utilizada em sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado em aplicações industriais e em algumas outras aplicações específicas. A utilização de sistemas de *free cooling* apresenta os seguintes benefícios:

- Utilização de ar frio de forma gratuita;
- Redução do funcionamento dos equipamentos existentes;
- Diminuição do desgaste devido à redução de horas de funcionamento;
- Equipamento com maior vida útil;
- Custos de energia reduzidos;
- Funcionamento automático do sistema de *free cooling*;
- *Payback* dos equipamentos de *free cooling* na ordem dos 12 meses.

3.4 Soldadura Elétrica

A soldadura elétrica pode representar mais de 70% das soldaduras executadas na indústria metalomecânica, e por esse motivo, deve existir uma preocupação constante das empresas que executam este tipo de processo. Esta preocupação deve começar no momento da compra dos equipamentos, não analisando apenas os preços dos equipamentos, mas também a eficiência elétrica destes, custo de manutenção, entre outros, de modo a reduzir ao máximo os custos na execução destes processos.

Nas aplicações industriais, onde se utilizam processos de soldadura que necessitam mais consumo de energia devido à potência necessária durante o processo de soldadura, as fontes de energia normalmente são trifásicas, podendo gerar grande desperdício de energia e, por conseguinte, custos de utilização, caso não sejam adquiridos equipamentos corretamente ou se estes apresentarem baixa eficiência elétrica. Alguns equipamentos de soldadura, apresentam uma eficiência elétrica abaixo de 60%, ou seja, 40% de energia elétrica é desperdiçada sem ser consumida. Muitas outras causas podem provocar um desperdício de energia durante o processo de soldadura, como por exemplo, alta impedância nos circuitos, harmónicas na rede elétrica, fonte de alimentação sobredimensionada ou subdimensionado.

3.5 Monitorização dos consumos de energia

A monitorização/acompanhamento do consumo energético de um edifício tem como objetivos principais conhecer em detalhe os consumos/custos associados ao funcionamento deste, bem como identificar possíveis medidas de eficiência energéticas que possam ser adotadas para minimizar a fatura energética.

3.5.1 Análise de faturas

O acompanhamento mensal dos consumos energéticos através da análise das faturas dos fornecedores é considerado uma das ferramentas básicas de gestão de energia de um edifício. Deve ser feita uma análise crítica às faturas, de forma a poderem-se detetar oportunidades que possam ser implementadas que proporcionem melhorias económicas para a empresa. Para esta análise deverá ser criado um histórico do consumo/custo de energia elétrica durante os últimos 12 meses, de modo a permitir observar a evolução destas variáveis ao longo deste período, bem como uma separação das variáveis fixas (ex: potência contratada) e móveis (ex: energia ativa/reactiva) das faturas.

Durante este acompanhamento mensal, deve ser analisado com extrema importância a variável da energia reativa, pois esta pode representar custos acrescidos para as empresas caso estas sejam clientes de baixa tensão especial (BTE), média tensão (MT), alta tensão (AT) ou muito alta tensão (MAT). Nestes casos, a energia reativa é objeto de medição e o cliente apenas poderá consumir este tipo de energia sem custos acrescidos, caso esta não seja superior a 30% da energia ativa consumida durante os períodos de cheia e ponta.

Caso a empresa apresente consumo de energia reativa superior ao mencionado anteriormente, deve ser realizado um estudo para a instalação de baterias de condensadores no local, as quais irão permitir produzir no local a energia reativa necessária de acordo com as necessidades da empresa, evitando assim o consumo desta energia proveniente da rede e, por conseguinte, os custos extras associados.

3.5.2 Sistema de monitorização da energia

A monitorização dos consumos de energia de uma instalação do setor industrial é de extrema importância, uma vez permitir identificar deficiências no funcionamento dos vários sistemas/equipamentos instalados, bem como recolher dados que permitam auxiliar na tomadas de decisões para uma melhor utilização racional da energia e, por conseguinte, redução de custos de operação. Em complementação às vantagens principais referidas anteriormente, apresenta-se abaixo outro tipo de vantagens na utilização deste tipo de sistema:

- Prevenção/deteção de avarias de uma forma mais rápida e eficaz;
- Conhecimento, em tempo real, do perfil energético e da sua pegada de carbono;
- Comparação do desempenho energético da instalação comparativamente a períodos anteriores/homólogos;
- Análise da eficácia das medidas de eficiência energética implementadas e a sua comparação com os objetivos de redução definidos inicialmente.

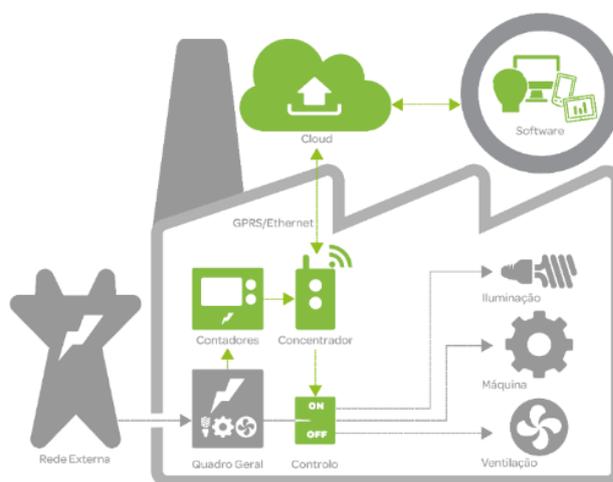


Figura 11 - Imagem ilustrativa de um sistema de monitorização/controlo.

3.6 Fontes de Energia Renováveis

Apesar do investimento elevado, as energias renováveis apresentam-se como alternativas aliciantes às fontes de energia convencionais, mais poluentes e com custos de utilização progressivamente mais elevados. Neste sentido, as soluções com base em energias renováveis oferecem benefícios ambientais e promovem a redução da fatura energética da empresa que adere ao consumo de energia proveniente de fontes renováveis.

3.6.1 Sistema Solar Fotovoltaico

A instalação de um sistema fotovoltaico num edifício, pode ser vantajosa pois permite a conversão de energia solar diretamente em energia elétrica durante o período diurno do dia (período que possui as tarifas de eletricidade mais elevadas) podendo reduzir a compra de energia elétrica da rede e por conseguinte os custos associados.

Atualmente tornou-se muito comum a instalação dos sistemas fotovoltaicos devido à inexistência de partes móveis no sistema (simplicidade), funcionamento em condições exigentes (fiabilidade), tempo médio de vida de 25 anos (durabilidade) e um custo de manutenção muito reduzido. Como principais desvantagens, existe o preço ainda elevado do investimento inicial para a instalação de um sistema destes, bem como o seu baixo rendimento (que é inferior a 20%), podendo variar de acordo com a localização, a disponibilidade de luz solar e a inclinação dos módulos.

3.6.2 Sistema Solar Térmico

Um sistema de preparação de A.Q.S. (Água Quente Sanitária) pode ser complementado com a instalação de um sistema solar térmico, o qual permite a conversão de energia solar em energia térmica e assim diminuir a energia consumida. Este sistema, se bem dimensionado pode contribuir com até 70% da energia necessária para preparar as AQS. Estes sistemas podem ser aplicados em indústrias com a finalidade de suprir parte das necessidades de AQS, por exemplo para os balneários, e de produção de calor para o processo produtivo.

4. Conclusão

Este documento teve como principal objetivo divulgar, de forma acessível, as principais medidas de eficiência energética que podem ser aplicadas nas indústrias da fileira em estudo. A maioria das medidas apresentadas é referente à troca de equipamentos existentes por mais eficientes ou pela implementação de equipamentos/sistemas que permitem uma melhor utilização da energia.

Este tipo de medidas apresentam um custo acrescido na sua implementação, por tal é necessário reforçar que a mudança comportamental dos trabalhadores, bem como das organizações, pode apresentar um bom potencial na redução do consumo final de energia neste setor, sem custos avultados associados.

5. Bibliografia

ADENE (2010), “Medidas de Eficiência Energética aplicáveis à Indústria Portuguesa: Um Enquadramento Tecnológico Sucinto”

AEP (2015), “Eficiência Energética na Indústria - Guia de aplicação”

DGEG (2022), “Balanço Energético Nacional 2021”

DGEG (2022), “Consumo por município e setor de atividade (Eletricidade)”:
<https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/eletricidade/consumo-por-municipio-e-setor-de-atividade/>

DGEG (2022), “Consumo por município e setor de atividade (Gás)”:
<https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/gas-natural/consumos/>

IAPMEI (2012), “Estratégia de eficiência energética em PME”