

Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética na Indústria

Abreviaturas e acrónimos

Abreviaturas e acrónimos	Definição
AQS	Águas Quentes Sanitárias
BECCS	Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (do inglês <i>Bioenergy with Carbon Capture and Storage</i>)
CELE	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
CER	Comunidades de Energia Renovável
COP	Coeficiente de Desempenho (do inglês <i>Coefficient of Performance</i>)
CRCF	Remoção de Carbono e Agricultura de Carbono (do inglês <i>Carbon Removal and Carbon Farming</i>)
DACCS	Captura e Armazenamento de Carbono do Ar Direto (do inglês <i>Direct Air Carbon Capture and Storage</i>)
EEGO	Entidade Emissora de Garantias de Origem
EER	Índice de Eficiência Energética (do inglês <i>Energy Efficiency Ratio</i>)
ERW	Meteorização acelerada de rochas (do inglês <i>Enhanced Rock Weathering</i>)
EVO	<i>Efficiency Valuation Organization</i>
FER	Fonte de Energia Renovável
GEE	Gases com efeito de estufa
IPMVP	Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético (do inglês <i>International Performance Measurement and Verification Protocol</i>)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LULUCF	Uso da Terra, Alterações no Uso da Terra e Florestas (do inglês <i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i>)
MVC	Mercado Voluntário de Carbono
M&V	Medição e Verificação
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PHP	Potência em Horas de Ponta
PMV	Planos de Medição e Verificação
REN	Redes Energéticas Nacionais
SGE	Sistemas de Gestão de Energia
SGF	Sistema de Gestão de Frotas
UE	União Europeia
UP	Unidade de Produção
UPAC	Unidade de Produção para Autoconsumo
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VEV	Variadores Eletrónicos de Velocidade

Índice

Abreviaturas e acrónimos	2
Enquadramento	4
1	Gestão da Energia 7
1.1	Análise e otimização de consumos e custos 9
1.2	Auditorias Energéticas 11
1.3	Sistemas de Gestão de Energia 12
1.4	Medição e verificação 14
2	Eficiência Energética 15
2.1	Força motriz 17
2.1.1	Utilização eficiente de motores 18
2.1.2	Motores de Alto Rendimento 18
2.1.3	Variadores Eletrónicos de Velocidade (VEV) 19
2.2	Ar comprimido 20
2.2.1	Produção e tratamento 20
2.2.2	Rede de distribuição 21
2.2.3	Dispositivos de utilização final 22
2.3	Energia térmica 23
2.3.1	Combustão 23
2.3.2	Cogeração 24
2.4	Climatização e AQS 25
2.5	Sistemas de iluminação 27
2.5.1	Aproveitamento da luz natural 27
2.5.2	Adequação dos níveis de iluminação 28
2.5.3	Sistemas de controlo automático 29
2.6	Frota de Transportes 30
2.6.1	Conversão para sistemas de propulsão alternativa 30
2.6.2	Sistemas de gestão e de monitorização 32
3	Energias Renováveis 33
3.1	Solar Fotovoltaico 35
3.2	Solar térmico 37
3.3	Biomassa 38
3.4	Gases renováveis 39
4	Outras recomendações 41
4.1	Certificados de Garantia de Origem 42
4.2	Medidas de Compensação de Carbono 43

Enquadramento

O setor industrial, representando cerca de 30% do consumo final de energia em Portugal, constitui um dos setores com maiores consumos energéticos e com forte dependência de recursos energéticos não renováveis, sendo responsável por uma significativa fatia das emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

O setor industrial terá assim um papel de extrema importância no cumprimento dos objetivos do **Plano Municipal de Ação Climática de Guimarães**: o reforço das perspetivas da economia circular, da “Indústria 4.0” e da inovação da tecnologia assumem um carácter determinante no caminho a trilhar para identificar e criar soluções inovadoras, eficientes, e com emissões muito próximas de zero, nos próximos 30 anos.

O presente **Manual de Boas Práticas** pretende contribuir para que as empresas industriais de Guimarães promovam uma análise mais atenta dos consumos e custos associados à utilização de energia nas suas atividades e nos seus processos, facilitando e fomentando a implementação de ações que permitam melhorar o seu controlo e otimização.

Com efeito, os custos energéticos constituem atualmente um fator importante na competitividade das atividades económicas.

Deste modo, a aposta na eficiência energética e no aproveitamento das energias renováveis permite aumentar a competitividade económica do setor industrial, permitindo simultaneamente cumprir os desígnios e objetivos das políticas energético-climáticas nacionais e internacionais.

Assim, o Manual procura dar resposta às medidas de mitigação e respetivas ações preconizadas para o setor industrial, concretamente:

- **Redução das necessidades energéticas na indústria e conversão de caldeiras a combustíveis fósseis:**
 - Apoio ao desenvolvimento de auditorias energéticas à Indústria;
 - Apoio/incentivo à implementação da norma ISO 50001 (sistemas de gestão de energia);
 - Incentivo à utilização de vetores energéticos (fontes de combustível) mais ecológicos na indústria;
 - Apoio à formação de técnicos em sistemas de gestão;
 - Instalação de Sistemas de Gestão de Energia (SGE).

- **Produção local de eletricidade por fontes renováveis:**
 - Produção de energia elétrica para autoconsumo a partir de fontes renováveis (sistemas solares fotovoltaicos);
 - Produção de energia térmica e elétrica por cogeração.

→ **Substituição de formas de energia:**

- Aproveitamento da Biomassa e da Energia Solar Térmica;
- Produção e/ou utilização de Biometano;
- Produção e/ou utilização de Hidrogénio Verde.

O Manual aborda a questão da energia no setor empresarial/industrial de forma transversal, tratando com algum nível de detalhe os equipamentos e tecnologias mais relevantes nos processos industriais, sendo destacadas e enfatizadas medidas de melhoria, tanto ao nível da gestão da energia e da eficiência energética, como das energias renováveis:

1 O processo de **gestão de energia**, de forma transversal, permite auxiliar o permitindo estabelecer indicadores que relacionem o consumo com a produção, facilitando a definição de medidas e de metas, nomeadamente em termos de sustentabilidade e de descarbonização;

2 A **eficiência energética** tem um papel essencial a desempenhar, contribuindo de forma determinante para reduzir os consumos energéticos, possibilitando desta forma a redução dos respetivos custos e da pegada de carbono;

3 As **energias renováveis** conduzem a uma redução da intensidade e da fatura energética, constituindo-se assim como uma alavanca determinante na melhoria da competitividade das empresas.

Os capítulos complementam-se, uma vez que a divisão dos mesmos e dos temas que os compõem não é estanque, existindo sistemas, equipamentos ou medidas de descarbonização que são transversais.

A formação é uma componente essencial à concretização da eficiência energética, pelo que, complementarmente à dinamização do presente Manual, se perspetiva a promoção de ações de formação e de capacitação do tecido empresarial vimaranese, assim como ações de disseminação e sensibilização da sociedade e da população em geral.

Guimarães 2030. Junta-te à Transição Verde.

Gestão da Energia



O grande objetivo da gestão de energia é garantir que os custos associados à utilização de energia sejam reduzidos, mantendo, ou melhorando, a qualidade dos serviços, permitindo concretamente:

- Reduzir a fatura de energia através da implementação de medidas de melhoria da eficiência energética;
- Reduzir custos referentes a deslapses e transferências de consumos, em combinação com os tarifários;
- Diminuir custos relativos à substituição e/ou reparação de equipamentos, através da execução de ações programadas de manutenção;
- Garantir um melhor funcionamento dos sistemas e equipamentos;
- Melhorar e controlar os indicadores de produtividade e de eficiência energética.

Gerir energia é otimizar. E para gerir é necessário conhecer o objeto de gestão.

Para melhor gerir o consumo de energia, é importante o estabelecimento de indicadores que relacionem o consumo com a produção e/ou serviço prestado.

Alguns indicadores que podem ser usados para acompanhamento de consumo energético:

- Peso do custo de energia no volume de vendas (%);
- Custos com energia por unidade de produção (€/UP);
- Energia elétrica consumida por unidade de produção (kWh/UP);
- Emissões de carbono por unidade de produção (kgCO_{2e}/UP).

Após a seleção de indicadores apropriados, estes deverão ser acompanhados ao longo do tempo, permitindo obter o respetivo padrão de consumo.

A definição de metas para a redução do consumo específico, identificando e planeando medidas a desencadear no sentido da concretização desses objetivos, facilita o cumprimento de objetivos, particularmente no que concerne à sustentabilidade e à descarbonização.

1.1 Análise e otimização de consumos e custos

A análise detalhada dos consumos energéticos permite identificar padrões de uso e ineficiências, necessárias à gestão e otimização destes consumos, sendo essencial para reduzir os custos e melhorar a sustentabilidade.

A oferta comercial de fornecedores de energia é vasta, existindo atualmente vários comercializadores, em regime de mercado, de fornecimento de eletricidade, de gás natural e dos diversos combustíveis.

A escolha do comercializador de energia deve ser tomada com base em análises comparativas das melhores ofertas disponíveis no mercado, tendo em linha de conta os custos por unidade de energia mas também as condições contratuais a estabelecer.

É importante rever periodicamente as faturas de energia e verificar regularmente as tarifas aplicadas.

Atente-se que, no caso da eletricidade, além da tarifa de energia aplicável, outros custos regulatórios deverão ser tidos em consideração, como as tarifas de acesso às redes (aplicáveis aos distintos períodos tarifários), a Potência em Horas de Ponta (PHP) ou os custos com energia reativa.

Alguns equipamentos, como motores e transformadores, necessitam de campos magnéticos para o seu adequado funcionamento. A energia reativa é a componente adicional necessária para produzir esse fluxo magnético.

Portanto, de um modo geral, a energia reativa está sempre presente numa rede de distribuição de energia. Todavia, embora não produza trabalho útil, é faturada.

A faturação é feita por escalões, de acordo com um tarifário definido anualmente pela entidade reguladora, sendo o seu custo diretamente proporcional ao mau desempenho dos sistemas elétricos – i.e., ao fator de potência da instalação:

- O fator de potência traduz o grau de eficiência do uso destes sistemas, sendo que valores próximos de 1,00 indiciam um uso eficiente da energia elétrica na instalação, enquanto valores abaixo de 0,90 indiciam o seu mau aproveitamento.

A redução do consumo de energia reativa, ou correção do fator de potência, é feita através da instalação de baterias de condensadores, devidamente dimensionadas. A redução da energia reativa, além de minimizar o custo com energia reativa, promovendo o bom funcionamento energético das instalações e maximizando o rendimento da potência instalada, também contribui para melhorar o tempo de vida útil dos equipamentos.

Portanto, é de todo o interesse acompanhar e verificar periodicamente o estado de funcionamento destes equipamentos e monitorizar mensalmente os montantes que possam estar a ser faturados por este tipo de energia, para poderem ser tomadas as respetivas diligências.

Refira-se, por fim, que uma análise detalhada à fatura de energia permitirá avaliar se há possibilidade de desviar algumas das atividades desenvolvidas ao longo de um dia de trabalho para períodos em que o custo energético possa ser inferior, ou em que o consumo possa ser ajustado à disponibilidade de energia proveniente de fontes endógenas (e.g., sistemas solares fotovoltaicos em regime de autoconsumo).

1.2 Auditorias Energéticas

O processo de gestão de energia inicia-se habitualmente com a realização de um diagnóstico ou de uma auditoria energética, onde é possível identificar e quantificar os fluxos de energia pelos equipamentos e seus sistemas, identificar desperdícios e determinar oportunidades para eliminar (ou pelo menos minimizar) as ineficiências.

De um modo geral, uma auditoria energética consiste no levantamento detalhado de todos os aspetos relacionados com o uso da energia ou que, de alguma forma, contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos. Desta forma:

- Tem como objetivo a identificação e caracterização energética dos diferentes equipamentos e sistemas existentes numa instalação;
- Permite identificar medidas com viabilidade técnico-económica passíveis de implementação, de modo a aumentar a eficiência energética;
- Estabelece correlações entre o consumo de energia e a produção de uma indústria, permitindo o cálculo dos correspondentes consumos específicos de energia e de indicadores de eficiência energética (e.g., kWh/unidade) ou de emissões de carbono (e.g., kgCO₂/unidade).

Assim, a auditoria energética é o primeiro passo para uma gestão efetiva de energia e deve ser realizada de forma regular, ou mesmo contínua (através de sistema de monitorização), fomentando-se a utilização dos referidos indicadores que garantem a efetiva aplicabilidade do termo “eficiência”. Através desta, pretende-se:

- Relacionar o consumo de energia com a produção ou o serviço da instalação em causa, determinando um indicador energético de grande relevância: o **Consumo Específico de Energia**;
- Relacionar o consumo de energia com o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da atividade da instalação, para determinação de um outro indicador de eficiência energética – a chamada **Intensidade Energética**;
- Determinar também a **Intensidade Carbónica**, medida pelo quociente entre o valor das emissões de GEE resultantes da utilização das várias formas de energia e o respetivo consumo total de energia.

1.3 Sistemas de Gestão de Energia

A implementação de Sistemas de Gestão de Energia (SGE) permite monitorizar, controlar e otimizar o uso de energia numa instalação, permitindo às empresas detetar rapidamente consumos anormais de energia e atuar diretamente nas causas dos desvios.

Esta forma de controlo baseia-se na instalação de medidores de consumo (por equipamento ou por setor) e utiliza geralmente plataformas informáticas para o seu acompanhamento, destacando-se as seguintes principais funcionalidades:

- Registo de consumos com diferentes periodicidades (horária, diária, semanal);
- Monitorização de circuitos e equipamentos dos quadros elétricos da instalação;
- Comando automático e manual de circuitos (elétricos, térmicos, etc.);
- Monitorização da qualidade da energia elétrica recebida;
- Gestão de alarmes e defeitos da instalação;
- Controlo em situação de incêndio;
- Criação de alertas automáticos que permitam atuar rapidamente e potenciar uma melhoria da eficiência energética;
- Emissão de relatórios.

Adicionalmente, a instalação destes sistemas permite ajudar na implementação de medidas orientadas para a redução dos consumos energéticos, nomeadamente:

- Quantificar desvios de consumo face a valores-objetivo;
- Identificar consumos não desejáveis, associados a desperdício de energia;
- Quantificar o potencial de deslocação de cargas tendo em conta os diferentes custos horários da fatura energética;
- Imputar com precisão custos com energia às várias secções produtivas e/ou equipamentos, assim como a produtos;
- Estabelecer uma correta relação entre a produção e o consumo energético.

A gestão de energia é um processo continuado no tempo, que exige uma sistematização das ações de forma a obter uma melhoria contínua da eficiência energética. A norma internacional dedicada em exclusivo à gestão de energia é a **Norma EN NP ISO 50001:2018**.

Um SGE em conformidade com os requisitos desta norma pode ser implementado de forma independente ou ser integrado com outros sistemas de gestão, sobretudo os relativos à gestão da qualidade (ISO 9001) ou ambiente (ISO 14001).

Esta integração é facilitada pelo facto destes sistemas de gestão serem igualmente baseados na metodologia PDCA ("Plan – Do – Check – Act"), o que facilita a sua implementação e potencia ganhos de eficiência na organização (recursos humanos, tempo e recursos financeiros).

Este processo implica a consolidação das responsabilidades, recomendando-se nestes casos a avaliação da existência de um responsável global pelo sistema integrado de gestão, que reporte à gestão de topo da organização.

1.4 Medição e verificação

O simples facto de se implementar uma medida de utilização racional de energia (eficiência energética ou energias renováveis) não significa que a mesma atinja o seu objetivo, pelo que é importante medir e verificar o efeito da mesma.

O processo de Medição e Verificação (M&V) garante que as medidas implementadas atingem os resultados esperados.

O protocolo mais utilizado, e para o qual existem múltiplos técnicos credenciados em Portugal, é o “Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético” (IPMVP – *International Performance Measurement and Verification Protocol*), gerido pela EVO (*Efficiency Valuation Organization*). A utilização de padrões internacionais, como o IPMVP, é fundamental para uma avaliação precisa. A adoção de Planos de Medição e Verificação (PMV) garante que a avaliação das medidas de racionalização é mais fiável e eficaz, devendo ser efetuada por técnicos qualificados no âmbito do referido Protocolo.

Apenas com a adoção destas técnicas de M&V é possível validar, por exemplo, o impacto de um aumento de produção na medida de racionalização implementada.

Por outro lado, salienta-se a importância da articulação deste processo com a implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE), por exemplo de acordo com a norma ISO 50001.

Eficiência Energética



A base fundamental do conceito de “eficiência energética” é relativamente simples: satisfação das necessidades atuais com um consumo energético inferior, i.e., **fazer o mesmo (atividade), com menos (consumo energético)**.

A sua aplicação é implementada através de medidas que promovam a redução do consumo de energia, permitindo manter ou melhorar os níveis de conforto, de qualidade e/ou de produção.

As medidas de eficiência energética são geralmente identificadas através da realização de diagnósticos, levantamentos, ou de auditorias energéticas, que permitem a caracterização dos consumos de energia da instalação e a posterior identificação das medidas que se revelam adequadas.

Seguidamente, são apresentadas medidas específicas de melhoria da eficiência energética aplicáveis aos principais setores “energívoros” das empresas do setor industrial, nomeadamente:

- Força motriz;
- Ar comprimido;
- Energia térmica;
- Climatização e Águas Quentes Sanitárias (AQS);
- Iluminação;
- Frota de transportes.

De notar que a eficiência energética não está exclusivamente relacionada com a redução do consumo e/ou custo – é fundamental garantir que as condições necessárias para o uso da energia se mantêm.

2.1 Força motriz

Uma parte significativa do consumo de energia elétrica na indústria é utilizada em motores elétricos, concretamente para produção de força motriz, convertendo eletricidade em energia mecânica útil.

O consumo de energia elétrica dos equipamentos de força motriz pode representar entre 20% a 30% do consumo total de energia elétrica das instalações fabris.

Os motores são utilizados numa vasta gama de aplicações. Devido à elevada percentagem de eletricidade que consomem, eles representam um dos principais potenciais para economias de energia.

As medidas para a otimização da eficiência energética dos motores elétricos, e de sistemas de potência associados, têm como objetivo a minimização das perdas energéticas inerentes, sendo as mais efetivas:

- Utilização eficiente dos equipamentos;
- Substituição por equipamentos de maior eficiência energética;
- Instalação de Variadores Eletrónicos de Velocidade (VEV).

2.1.1 Utilização eficiente de motores

A verificação do dimensionamento dos motores e, se aplicável, a substituição de motores sobredimensionados por motores que possam operar perto da capacidade nominal necessária pode conduzir a relevantes ganhos de eficiência:

- O rendimento máximo obtém-se quando os motores operam entre os 75% e os 95% da sua potência nominal, reduzindo significativamente quando estes trabalham a cargas reduzidas ou quando trabalham em sobrecarga.

Quando possível – quando a carga não necessita de um elevado binário de arranque – deve utilizar-se arrancadores suaves, já que os arrancadores convencionais podem provocar picos de corrente durante o seu arranque, conduzindo a consumos energéticos superiores;

Deve também promover-se uma adequada utilização dos equipamentos nos períodos estritamente necessários à sua função.

A utilização eficiente dos motores poderá permitir uma redução de 5% a 10% dos consumos.

2.1.2 Motores de Alto Rendimento

No momento de adquirir um motor elétrico novo, ou de proceder à substituição de motores usados (ou avariados), deve ponderar-se a aquisição de motores elétricos de alto rendimento/elevada eficiência.

Os “motores de alto rendimento” apresentam um rendimento e um fator de potência mais elevados do que os motores tradicionais (*standard*).

O aumento de eficiência é conseguido através da redução das suas perdas (menos 30-50%), obtida pela utilização de materiais de melhor qualidade e com melhor acabamento, e pela alteração das suas características dimensionais (e.g., aumento da secção dos condutores no estator, aumento do comprimento do circuito magnético).

Em função da sua potência, os motores de alto rendimento poderão permitir uma redução de consumos de até 15%.

2.1.3 Variadores Eletrônicos de Velocidade (VEV)

Os motores elétricos podem ser alimentados com corrente contínua ou alternada. Os motores com corrente alternada podem ser divididos em duas categorias: síncronos e assíncronos (ou de indução).

A velocidade dos motores de indução é determinada pela frequência da tensão de alimentação, pelo seu número de polos e pelo seu fator de carga. Deste modo, para controlar a velocidade dos motores, é necessário variar a frequência de tensão de alimentação.

Um variador de velocidade é uma unidade eletrônica de potência para o controle contínuo da velocidade de motores de indução.

A instalação de variadores eletrônicos de velocidade (VEV) aumenta a eficiência dos equipamentos de força motriz, possibilitando arranques suaves e permitindo adequar o esforço do motor (e respetivo consumo energético) às reais necessidades. Adicionalmente, permitem aumentar o fator de potência da instalação (minimizando custos com energia reativa, ou custos com capacidade dos equipamentos de compensação do fator de potência), melhorar ou reduzir a manutenção e aumentar a vida útil dos motores e dos mecanismos que estes acionam.

A utilização de VEV é particularmente aconselhável em caso de sobre-dimensionamento (ou seja, quando o regime de carga é, normalmente, inferior ao regime ideal), em motores aos quais é exigida elevada variabilidade de carga ou quando os motores trabalham um elevado número de horas.

Em função do regime de funcionamento dos motores, os VEV poderão permitir uma redução de consumos de até 25%.

2.2 Ar comprimido

A generalidade das indústrias possuem sistemas de ar comprimido, geralmente constituídos por compressor, reservatório, secador e rede de distribuição.

O consumo dos equipamentos de produção de ar comprimido pode representar 10% a 20% do consumo total de energia elétrica das instalações fabris.

A otimização deste sistema contribuirá não só para a redução de custos com o consumo energético, como também aumentará a sua fiabilidade e a do equipamento que dele depende.

Para otimização das instalações de ar comprimido, é necessária a adoção de medidas adequadas na instalação, utilização e manutenção, que deverão abranger todo o sistema e passar por intervenções nas seguintes áreas:

- Produção e tratamento do ar comprimido;
- Redes de distribuição de ar comprimido;
- Dispositivos de utilização final.

2.2.1 Produção e tratamento

- Otimização da utilização dos sistemas: ajustar os controlos, regular a pressão e desligar quando não utilizados;
- Otimização da pressão do ar comprimido produzido em função dos dispositivos de utilização final;
- Redução da temperatura do ar de admissão, garantindo uma filtragem eficiente na tomada de ar a comprimir;
- Otimização do sistema de controlo do compressor;
- Eliminação da queda de pressão na aspiração (substituição periódica de filtros);
- Filtragem e secagem do ar comprimido, de acordo com os requisitos mínimos do sistema (instalação de filtros dedicados em setores com necessidades especiais);
- Recuperação e utilização do calor dos sistemas de arrefecimento dos compressores e da central de ar comprimido;
- Depósito de armazenamento de ar comprimido com capacidade adequada;

- Utilização de *boosters* para setores com necessidades de pressão mais elevadas;
- Substituição dos motores elétricos convencionais avariados ou em fim de vida, por motores de alto desempenho;
- Substituição de compressores sobredimensionados, por compressores mais eficientes e ajustados às reais necessidades de ar comprimido;
- Utilização de VEV.

Em função do regime de funcionamento dos compressores, poder-se-ão atingir reduções de consumos de até 25%.

2.2.2 Rede de distribuição

- Implementação de um programa/procedimento regular de verificação de fugas de ar comprimido;
- Redução de fugas, com a utilização de adaptadores de fugas reduzidas, uniões rápidas de elevada qualidade, etc.;
- Utilização de purgas de condensados do tipo “sem perdas de ar”;
- Limitação do número de cotovelos, mudanças de direção e de mudanças de secção;
- Otimização do diâmetro das secções das tubagens;
- Dimensionamento adequado das capacidades de armazenamento;
- Divisão do sistema em zonas, com reguladores de pressão apropriados ou válvulas de corte;
- Instalação da extensão da rede e criação de rede em anel;
- Instalação de reservatórios suplementares de ar comprimido, próximos de cargas variáveis;
- Fecho de linhas fora de serviço.

O correto dimensionamento e operação de redes de distribuição de ar comprimido poderá permitir uma redução de consumos de 5% a 10%.

2.2.3 Dispositivos de utilização final

- Reparação ou substituição de equipamentos com fugas;
- Interrupção do abastecimento de ar comprimido quando o dispositivo não está em funcionamento;
- Verificação e otimização da necessidade de dispositivos específicos de regulação de pressão, filtros e secadores;
- Eliminação de utilizações não apropriadas de ar comprimido (e.g., realização de operações de limpeza com aspiradores elétricos – consomem menos energia que os bicos de sopro ou as pistolas de ar).

A utilização adequada dos dispositivos de utilização final de ar comprimido poderá permitir uma redução de consumos de até 5%.

2.3 Energia térmica

A energia térmica (produção ou remoção) é necessária a vários processos industriais, daí o seu peso relativo no consumo energético total das instalações industriais.

Em alguns setores, os custos com energia térmica poderão representar mais de 60% da fatura energética.

2.3.1 Combustão

O calor útil é tipicamente obtido em sistemas de **combustão** (combustíveis fósseis ou não fósseis), com sistemas de chama direta (queimadores) e sistemas de leitos fluidizados, sendo que a maioria dos sistemas de combustão são caldeiras, fornos ou secadores.

As principais medidas de redução das perdas térmicas de um sistema de combustão são a redução da temperatura dos gases de combustão, a diminuição do caudal mássico dos gases de combustão e a otimização e manutenção do isolamento térmico das paredes do sistema de combustão.

A remoção da energia térmica nos processos industriais (frio industrial) é usualmente conseguida através de sistemas de compressão de vapor, podendo ser também utilizados processos com ciclos de absorção.

Nos sistemas frigoríficos, o equipamento que consome mais energia é o compressor, sendo consequentemente este que requer a maior atenção no momento de seleção do sistema.

A eficiência energética de um sistema de refrigeração é expressa pelo Coeficiente de Desempenho (COP) e pelo Índice de Eficiência Energética (EER). O COP mede a relação entre a energia térmica útil gerada e a energia elétrica consumida, sendo aplicado tanto para aquecimento como para refrigeração. O EER é utilizado para avaliar a eficiência energética de sistemas de ar condicionado em condições padronizadas, expresso em BTU por watt-hora (BTU/Wh).

Atualmente, o fluido mais utilizado no transporte e distribuição de energia térmica na indústria é o vapor de água.

As principais medidas para aumentar a eficiência energética em sistemas de geração e distribuição de vapor são a utilização de permutadores de calor (economizadores) para pré-aquecimento da água de alimentação, a recuperação do calor das purgas e a recuperação do denominado “vapor de *flash*” (vapor gerado por expansão dos condensados).

2.3.2 Cogeração

A produção combinada de energia mecânica (normalmente convertida em energia elétrica) e térmica (calor, para aquecimento de águas, produção de vapor, ar quente, etc.), a partir de uma fonte de combustível (e.g., biomassa, gás natural, resíduos industriais), destinados a consumo próprio ou de terceiros, é normalmente designada por **Cogeração**.

A utilização de sistemas de cogeração pode ser benéfica em algumas instalações, principalmente se as necessidades de energia elétrica e térmica forem simultâneas, ou se existirem soluções tecnológicas que permitam o aproveitamento de fontes de energia renovável, para a satisfação das necessidades internas de energia (térmica ou elétrica).

Os rendimentos dos sistemas de produção de energia elétrica convencional, que dissipam grande parte da energia contida no combustível utilizado, pode chegar a valores de 65%. Os sistemas de cogeração aproveitam parte desta energia, reduzindo as perdas para valores na ordem dos 15%.

Quando se passa da produção independente de energia térmica e elétrica para a cogeração, o aumento da eficiência energética conduz a uma diminuição do consumo global de energia combustível (e.g., gás natural, biomassa) e a uma redução das emissões de gases poluentes, relativamente à energia primária utilizada.

As características e necessidades de energia térmica e de energia elétrica são fatores-chave na seleção da tecnologia mais apropriada, devendo ser analisadas com a devida atenção. As tecnologias com maior presença em sistemas de cogeração são:

- Turbinas a vapor (rácios de energia térmica/energia elétrica superiores a 4);
- Turbinas a gás (rácios de energia térmica/energia elétrica superiores a 2);
- Turbinas de ciclos combinados (rácios de energia elétrica/energia térmica superiores a 6);
- Motores de combustão interna (rácios de energia elétrica/energia térmica superiores a 2);
- Microturbinas (menor eficiência).

A cogeração é tão mais eficiente quanto maior for a quantidade de energia térmica aproveitada.

2.4 Climatização e AQS

Os equipamentos de produção e armazenamento de água quente são, em muitos casos, comuns aos sistemas de climatização. Um exemplo típico são as caldeiras que produzem água quente sanitária, que também podem ser utilizadas na climatização.

Os consumos de energia para climatização e AQS representam tipicamente valores inferiores a 10% no total da fatura energética das indústrias.

O consumo de energia associada à climatização de espaços depende das características do equipamento utilizado, das características construtivas do edifício, nomeadamente o isolamento térmico e a exposição solar, da existência de pontos de trocas térmicas com o exterior (frinças, janelas e portas mal vedadas, entre outros), do espaço a climatizar e também do comportamento dos utilizadores.

Uma boa climatização é essencial para o conforto dos colaboradores, contribuindo para melhorar a produtividade. Por outro lado, temperaturas extremas podem também influenciar o desempenho de alguns equipamentos produtivos.

Como medidas de melhoria e racionalização dos custos energéticos, destacam-se:

- Dimensionar corretamente o sistema de climatização em função da área a climatizar;
- Dimensionar corretamente o sistema de produção de AQS em função das necessidades;
- Adequar as fontes energéticas utilizadas para climatização e produção de AQS:
 - Substituir/converter equipamentos alimentados a combustíveis fósseis por outros que utilizem recursos renováveis (e.g., solar térmico, biomassa);
 - Fomentar a conversão para sistemas elétricos do tipo bomba de calor, aproveitando, sempre que possível, as sinergias com a geração de eletricidade por recursos endógenos (e.g., sistemas de autoconsumo baseados em solar fotovoltaico).
- Selecionar equipamentos com classe energética de maior eficiência;

- Regular a temperatura dos equipamentos:
 - Climatização: adequando-a à estação do ano numa temperatura que mantenha um ambiente estável e confortável (20-22 °C no inverno e 22-24 °C no verão);
 - AQS: de um modo geral pode considerar-se que a temperatura requerida para a maioria das utilizações das AQS se situa entre os 50 °C e os 60 °C.
- Ponderar a possibilidade de instalação de cortinas de ar, nomeadamente quando há portas/portões que necessitam de se manter abertos;
- Promover a instalação de programadores e/ou temporizadores, garantindo que os sistemas de climatização e de produção de AQS funcionem de forma adequada durante os períodos necessários;
- Fomentar a instalação correta de termóstatos e sensores de temperatura – devem estar longe de janelas ou de fontes de calor;
- Promover uma correta manutenção dos equipamentos e sistemas associados: inspeção periódica (incluindo tubagens e sistemas de controlo), verificação de níveis de fluidos, substituição de filtros, etc.;
- Reduzir as necessidades de climatização, tirando proveito dos elementos construtivos do edifício (e.g., envidraçados, sombreamentos);
- Reduzir as necessidades de AQS, promovendo a utilização de dispositivos hidricamente eficientes nos circuitos de água quente, nomeadamente nos pontos de consumo (torneiras e chuveiros). Associada à mudança de comportamentos, esta medida permite, simultaneamente, reduzir o consumo de água e da energia necessária para aquecer a água, bem como otimizar a distribuição da mesma.

2.5 Sistemas de iluminação

A iluminação é um elemento crucial para o bom funcionamento das empresas, bem como para o conforto e produtividade dos colaboradores.

Numa indústria, é habitual que os custos com iluminação possam ser inferiores a 5% do consumo elétrico.

Pese embora a adoção de equipamentos de iluminação mais eficientes (e.g., tecnologia LED) seja atualmente uma prática corrente, potenciando reduções muito significativas relativamente aos sistemas de iluminação tradicionais, poder-se-á reforçar a racionalização do consumo energético com a iluminação adotando outras boas práticas. Assim, uma correta iluminação (quantidade e qualidade adequada) concorre para aumentar a velocidade e eficácia com que os objetos são detetados e reconhecidos, prevenir erros e falhas de produtividade, diminuir os riscos de acidentes no local de trabalho e o desenvolvimento de problemas visuais, e criar um ambiente de trabalho mais estimulante.

2.5.1 Aproveitamento da luz natural

A luz natural apresenta como vantagens, face à luz artificial, a sua qualidade, a inexistência de custos e impactes ambientais associados à sua produção/utilização, contribuindo ainda para o bem-estar dos colaboradores e, consequentemente uma maior produtividade.

Existem várias formas para o aproveitamento da luz natural, nomeadamente:

- Janelas para o exterior, claraboias ou placas translúcidas (na cobertura);
- Tubos “solares” – normalmente colocados na cobertura, captam a luz solar e transmitem-na para o interior do edifício, através de refletores, possibilitando a substituição total da luz artificial durante parte significativa do dia.

Nos postos de trabalho deve ser utilizada a luz natural sempre que possível, utilizando a artificial como um complemento nos casos em que a primeira seja insuficiente ou desadequada, devendo ser adotados os cuidados necessários para evitar situações de encandeamento.

2.5.2 Adequação dos níveis de iluminação

Nem todos os locais numa empresa têm necessidade do mesmo nível de iluminação, estando esta dependente do tipo de tarefas a executar em cada local:

- No caso de um corredor de passagem, a iluminância aconselhada é de 100 lux;
- Na produção de algumas peças, em alguns setores industriais, este valor pode subir para 1000 lux.

A utilização de um grau de iluminação inferior à recomendada poderá contribuir para problemas de qualidade e mesmo de acidentes de trabalho, diminuindo também a produtividade.

Por outro lado, uma iluminância superior à necessária poderá também ser incomodativa (podendo, inclusivamente, causar encandeamento) e implica um aumento de custo desnecessário, quer com o equipamento e sua manutenção, quer com o consumo de energia.

Assim, é importante fixar para as diversas zonas, os níveis de iluminação mais adequados, efetuar medições para conhecer os níveis existentes e, mediante os resultados obtidos, tomar medidas adequadas:

- Redistribuir pontos de luz, aumentando-os ou diminuindo-os e/ou alterando a potência das fontes de luz de acordo com a necessidade;
- Instalar disjuntores e interruptores que permitam ligar apenas as lâmpadas necessárias, devendo estes estar situados em locais de fácil acesso pelos responsáveis pelo seu controlo (i.e., operadores e colaboradores);
- Sempre que a associação interruptor/zona que comanda não seja intuitiva, este deverá estar identificado (particularmente nos casos em que haja centralização dos interruptores);
- Manter as lâmpadas e luminárias limpas: a limpeza periódica não só garante uma maior luminosidade, como aumenta a vida do equipamento;
- Sensibilizar os colaboradores para não deixarem luzes acesas em espaços que não estão a ser usados.

2.5.3 Sistemas de controlo automático

A instalação de dispositivos que controlam de forma automática a iluminação permite manter a iluminação adequada, sem desperdícios. Estes sistemas permitem acender, apagar pontos de luz e ajustar o fluxo luminoso mediante as necessidades (presença/ausência de pessoas, nível da iluminação natural).

De acordo com o espaço a iluminar poderão ser instalados:

- Sensores de presença – adequados para casas de banho, vestiários, iluminação periférica, zonas de receção;
- Células fotoelétricas – acendem, desligam ou ajustam o fluxo luminoso das lâmpadas em função do grau de luminosidade disponível, podendo ser utilizadas em locais com acesso a luz natural, por exemplo, uma nave industrial ou outros locais que necessitem de luz constante, passíveis, ainda, de serem utilizadas em locais de passagem, associadas a sensores de presença;
- Relógios programáveis – em zonas em que podem ser programados os intervalos de tempo em que o local deverá ficar iluminado (e.g., refeitórios, naves industriais onde não haja luz natural).

2.6 Frota de Transportes

2.6.1 Conversão para sistemas de propulsão alternativa

A União Europeia (UE) prepara-se para, durante as próximas 2 décadas, determinar um *phase-out* dos veículos com motores de combustão interna que utilizem combustíveis fósseis poluentes, dando deste modo lugar a uma substituição gradual por veículos mais amigos do ambiente.

A renovação da frota de veículos automóveis que utilizam essencialmente gasóleo e gasolina como fonte de energia, por veículos elétricos (ou híbridos) constitui uma relevante medida de melhoria da eficiência energética, conduzindo, na generalidade, a uma expressiva redução dos custos energéticos das empresas.

A opção por veículos elétricos deve ser analisada de acordo com as reais necessidades de mobilidade de cada empresa.

Existe atualmente uma diversidade de modelos, e relativamente acessíveis, tanto a nível ligeiro como pesado, com autonomias que permitem ir ao encontro das necessidades de muitas empresas.

O custo unitário de operação de um veículo elétrico é cerca de 40% inferior ao de um veículo a gasóleo.

Estes custos podem ser otimizados se o carregamento das baterias dos veículos se realizar nos períodos noturnos, onde o custo da energia elétrica é menor, ou com recurso a sistemas de aproveitamento de energias renováveis, como o solar fotovoltaico.

No caso de necessidade de carregamentos no exterior das empresas, refira-se que existe já uma boa e eficaz rede de distribuição geográfica de postos de carregamento públicos.

A salientar que, além dos custos diretamente associados ao consumo energético, manifestamente inferiores no caso dos veículos elétricos, acresce, naturalmente, a economia em custos de manutenção, assim como outros benefícios atualmente em vigor em Portugal, como por exemplo:

- Benefícios fiscais: isenção de IUC e de ISV, redução do IVA e isenção de tributação autónoma (no caso das empresas);
- Estacionamento gratuito na via pública nalguns municípios, incluindo nomeadamente o município de [Guimarães](#), com a isenção do pagamento de taxas associadas às Zonas de Estacionamento de Duração Limitada aos veículos elétricos.

A mobilidade elétrica torna-se cada vez mais relevante para a mobilidade sustentável e para o aumento da eficiência energética ao nível dos transportes, assim como para o aumento da competitividade das empresas e da sociedade, constituindo-se como uma medida essencial para a descarbonização do setor industrial.

Por outro lado, tecnologias promissoras, como o hidrogénio, ou alternativas auspiciosas, como a incorporação de biocombustíveis (líquidos ou gasosos), afiguram-se praticáveis para viabilizar que o modelo atual baseado nos motores de combustão interna perdure e assim possa ser também diminuído o impacto ambiental dos transportes.

Qualquer que seja a opção a adotar pelas empresas, carecerá sempre de uma análise custo-benefício ajustada às suas efetivas necessidades.

Em complemento, refira-se a existência do [MOVE+](#), um sistema de avaliação e classificação do desempenho energético que visa classificar o nível de eficiência energética da frota automóvel de uma empresa, numa escala de A+ (mais eficiente) a F (menos eficiente), permitindo também identificar oportunidades de poupança de combustível (redução de custos) e de minimização de impacto ambiental através de uma gestão otimizada da frota. Aplica-se a frotas de veículos ligeiros, pesados de mercadorias e, desde 2024, também a pesados de passageiros.

2.6.2 Sistemas de gestão e de monitorização

Um **sistema de gestão de frotas** (SGF) congrega, geralmente, toda a informação de uma frota e dos seus utilizadores, em tempo real, permitindo às empresas ter a capacidade de gerir de forma adequada as suas frotas, facilitando a implementação de medidas de eficiência energética e de redução de custos.

O controlo e monitorização dos veículos em tempo real, a produção de relatórios detalhados sobre consumos ou técnicas de condução, o aumento da segurança dos condutores e dos veículos, são apenas algumas das vantagens da implementação de um SGE.

Adicionalmente, refiram-se os **sistemas de monitorização de consumos**, que são aplicações informáticas (complexas ou simples, conforme as necessidades de cada empresa), constituindo-se como ferramentas de recolha e registo ou processamento de dados, permitindo comparar e detetar padrões (dos veículos e/ou dos condutores). A sua implementação em frotas é importante para se detetarem potenciais anomalias no funcionamento dos veículos, ou na utilização de técnicas de condução desadequadas, permitindo efetuar um controlo e uma gestão de custos operacionais.

Será relevante referir a importância da **manutenção preventiva**, que consiste na implementação de um programa de ações com base em períodos de tempo, por exemplo de acordo com os intervalos definidos pelos fabricantes dos mesmos, ou com base em indicadores de funcionamento do veículo ou de acordo com as condições de utilização, procurando garantir que os veículos permaneçam em boas condições operacionais.

A falta de manutenção pode colocar em causa a durabilidade e desempenho dos veículos da frota de qualquer empresa. Este tipo de manutenção contempla as ações sistemáticas de manutenção, inspeções de peças e acessórios, aferição de mostradores, calibrações e lubrificações.

Por fim, a realçar a relevância da adequada formação dos condutores através da introdução de hábitos eficientes na utilização dos veículos, concretamente pela prática da designada **Eco-condução**, uma forma de condução eficiente que permite reduzir o consumo de energia, promovendo uma maior segurança rodoviária, devendo este ser um processo constante nas empresas.

Energias Renováveis



Por definição, uma **fonte de energia renovável** (FER) é aquela cujo recurso (energia) é considerado inesgotável, numa escala temporal sustentável, incluindo a solar, a eólica, a hídrica, a biomassa, os gases renováveis – como o biometano ou o hidrogénio verde – a geotérmica e a energia dos oceanos (marés, correntes, etc.), entre outras.

A utilização destes recursos e a sua substituição em detrimento das fontes de energia convencionais (combustíveis fósseis) são necessidades essenciais, não só devido à crescente escassez de recursos de origem fóssil, mas também de modo a reduzir as fontes de poluição e o consequente impacto na segurança humana e ambiental.

Ao nível da indústria, existe um conjunto de vetores que podem ser considerados na substituição aos combustíveis fósseis, como a biomassa ou o solar térmico, o biometano ou o hidrogénio verde, entre outras, com elevado impacto ao nível da redução de emissões de GEE.

Ainda a este nível, importa referir que os resíduos (industriais, florestais ou agro-pecuários) podem ser considerados como fontes energéticas, promovendo-se assim um efeito de circularidade e de simbioses empresariais.

No que diz respeito à energia elétrica, a maior utilização dos recursos endógenos e renováveis tem alterado a composição do mix de produção de eletricidade em Portugal e tem, consecutivamente, desempenhado um papel cada vez mais determinante na satisfação do consumo.

Ao nível da indústria, merece especial destaque o potencial de aproveitamento do recurso solar, seja para satisfação de necessidades de energia elétrica (e.g., centrais fotovoltaicas) ou térmica (e.g., coletores solares).

A utilização de fontes alternativas, renováveis possibilita a redução das emissões no Município de Guimarães, contribuindo significativamente com as metas estabelecidas, quer a nível municipal, quer ao nível nacional.

3.1 Solar Fotovoltaico

A implementação de **sistemas solares fotovoltaicos** permite produzir energia elétrica que poderá ser utilizada em regime de autoconsumo: individual (i.e., Unidade de Produção para Autoconsumo – UPAC – abrangendo apenas a própria instalação) ou coletivo (e.g., através da constituição de “Comunidades de Energia Renovável” – CER).

As células fotovoltaicas dos módulos solares aproveitam a energia da luz solar para criar diretamente uma diferença de potencial elétrico nos seus terminais, produzindo uma corrente elétrica contínua. A rede elétrica, e a grande maioria dos equipamentos, utilizam corrente elétrica alternada. O inversor converte (“inverte”) a energia elétrica gerada pelos módulos solares, de corrente contínua para corrente alternada.

Além da eficiência dos módulos solares, é igualmente importante considerar a eficiência dos inversores, a qual ronda tipicamente valores na ordem dos 95% a 98%.

As centrais solares fotovoltaicas são habitualmente colocadas na cobertura dos edifícios, mas podem também ser instaladas noutros locais, como nas fachadas, em parques de estacionamento (tipo “*carport*”) ou no solo, podendo neste último caso ser-lhes acoplado um sistema de seguimento solar (“*tracking*”) que permite aumentar a produtividade da central solar fotovoltaica em 20-30%.

A central solar deverá ser orientada, preferencialmente, a Sul, e o ângulo de inclinação é normalmente otimizado conforme a latitude do local.

Para o dimensionamento de uma unidade de produção de energia elétrica através de uma instalação solar fotovoltaica, é essencial dispor previamente de informação relativa à cobertura ou à zona onde se pretenda colocar a central fotovoltaica, assim como de dados gerais da instalação elétrica (potência contratada, tipo de ligação à rede, ciclo tarifário, tarifas de energia elétrica, entre outros) e de informação sobre o perfil de consumo, que poderá ser obtida através da curva (ou diagrama) de carga anual ou por via dos registos de consumos anuais (desagregados por período horário, por mês).

O tempo de recuperação do investimento de um sistema solar fotovoltaico varia em função do tipo e dimensão da instalação, da orientação e inclinação dos módulos, das operações de manutenção ao sistema, assim como do regime de utilização da energia da instalação (e o inerente equilíbrio entre a procura e a oferta) e do tarifário de energia elétrica em vigor.

A manutenção periódica dos sistemas solares fotovoltaicos é essencial para garantir uma elevada eficiência, consistindo essencialmente numa limpeza periódica dos módulos solares (remoção de poeiras e detritos), na verificação da estrutura de fixação (apertos e pontos de corrosão) e na verificação das ligações elétricas (entre módulos, com o inversor, com o quadro elétrico e com o contador).

A forma mais adequada de medir a eficiência de uma instalação solar fotovoltaica é através da determinação do **indicador específico de produção**, medido em **kWh.ano/kWp**: ou seja, a quantidade de energia produzida anualmente (kWh.ano) por cada unidade de potência instalada (kWp).

A sua utilização permite uma significativa redução da fatura de eletricidade: tipicamente, no setor industrial, **permite colmatar 30% a 40% do consumo de energia**, em kWh. Como vantagens adicionais, incluem-se a correspondente redução das emissões de GEE e o contributo para a melhoria da competitividade das empresas.

É possível, ainda, efetuar o acoplamento a sistemas de armazenamento (i.e., baterias) como complemento à utilização de energia proveniente de fontes renováveis (i.e., UPAC ou CER).

3.2 Solar térmico

Num sistema solar térmico, a radiação solar é convertida em calor útil através da captação, por intermédio dos coletores solares colocados no exterior dos edifícios (geralmente na cobertura), e consequentemente transferida para os depósitos de acumulação, por meio de uma rede de tubagem, na qual circula um fluido de transferência térmica, sendo este calor armazenado, permitindo uma utilização nos períodos em que as necessidades não coincidem com a disponibilidade do recurso (solar).

As utilizações típicas dos sistemas solares térmicos são a produção de águas quentes sanitárias (AQS), podendo também ser utilizados para apoio a sistemas de climatização (aquecimento ambiente) ou para utilização em vários setores da indústria, nomeadamente secagem a baixa temperatura, produção de água de processo, ou produção de energia elétrica com recurso à concentração de energia.

Destacam-se duas tipologias de coletores solares térmicos: coletores planos e coletores de tubos de vácuo. Nos primeiros, a energia é absorvida pela placa (cor escura, normalmente preta) e retida pelo vidro, que provoca efeito de estufa, enquanto nos segundos a energia é absorvida por vaporização do líquido nos tubos centrais.

Os sistemas solares térmicos necessitam, na grande maioria dos casos, de estar acoplados a um “sistema de apoio” à produção da água quente.

3.3 Biomassa

Quando é utilizada para produção de energia (térmica ou elétrica), a biomassa passa a ser designada como bioenergia, ou como material biocombustível, podendo os biocombustíveis ser sólidos, líquidos ou gasosos.

Os biocombustíveis sólidos, vulgarmente designados como “biomassa”, constituem uma solução cada vez mais viável para a substituição de outras fontes de energia, especificamente dos combustíveis tradicionais.

Os equipamentos a biomassa podem ajustar-se às necessidades de cada situação, sendo exequível efetuar a interligação com os equipamentos e sistemas já existentes, aproveitando grande parte das infraestruturas, nomeadamente tubagens, depósitos de acumulação, bombas e outros elementos indispensáveis ao adequado funcionamento da instalação térmica.

Os sistemas a biomassa requerem, no entanto, alguma manutenção adicional relativamente aos equipamentos que utilizam outro tipo de combustíveis (e.g. gás natural), nomeadamente operações de limpeza e de remoção de cinzas, cuja periodicidade varia em função do consumo e do tipo de combustível.

O preço unitário dos biocombustíveis sólidos é vulgarmente apresentado em €/t. Do ponto de vista energético, o custo unitário que deverá ser efetivamente considerado deverá ser em €/MWh.

O custo unitário de energia de pellets de biomassa é cerca de 30% inferior ao custo unitário dos principais combustíveis fósseis atualmente utilizados, como o gás natural.

A este aspeto, acresce o relevante contributo em termos de redução das emissões de GEE: no caso da biomassa ser certificada, as emissões de CO₂ provenientes da sua utilização/combustão, são nulas.

3.4 Gases renováveis

A seleção do combustível utilizado no setor industrial para os diversos fins depende maioritariamente do custo dos combustíveis alternativos, mas também da possibilidade de reconversão e dos custos de substituição dos equipamentos existentes.

A substituição do uso de gás natural pelo uso do biometano ou do hidrogénio, são opções a ter em conta para a descarbonização do setor, especialmente nos processos em que ainda não seja exequível proceder à sua eletrificação ou conversão para biomassa.

A incorporação de gases renováveis poderá ser efetuada de forma total ou gradual, por via da mistura de gases combustíveis.

No caso do **biometano**, tratando-se de um gás renovável produzido de forma endógena – capitalizando, ainda, a gestão de resíduos, numa lógica de economia circular – sendo totalmente intermutável com o gás natural ao nível das características físico-químicas, a sua substituição poderá ser total.

Refira-se que **o custo unitário de energia de biometano pode ser cerca de 20% superior ao do gás natural.**

O **hidrogénio** é um gás que apresenta propriedades combustíveis, podendo também ser utilizado para substituir outros combustíveis, nomeadamente gás natural, apto para ser utilizado no seu estado puro ou em mistura (*blending*).

Todavia, algumas propriedades de combustão do hidrogénio são diferentes daquelas do gás natural, pelo que, mesmo na utilização de uma mistura (de hidrogénio com gás natural, ou com gás natural e biometano), e dependendo da taxa de mistura, devem ser tidos em conta alguns aspetos relacionados com a velocidade da chama, o ar de combustão, a temperatura de chama adiabática, entre outras.

A combustão combinada de hidrogénio e de oxigénio (i.e., oxicomustão) tem também vindo a ser alvo de investigação, análise e demonstração ao longo dos últimos anos, especialmente em indústrias com processos de combustão que requerem quantidades significativas de combustível.

De um modo geral, admite-se que para uma taxa de mistura de hidrogénio até 20% (em volume), não devem ocorrer alterações significativas nos processos de combustão, não sendo geralmente necessárias alterações/adaptações nos processos e nos equipamentos.

A sua produção por meio de eletrólise constitui uma das principais tecnologias utilizadas atualmente: o hidrogénio verde é aquele que é produzido a partir de biomassa ou através da eletrólise da água com eletricidade renovável.

Refira-se que **o custo unitário de energia de hidrogénio verde pode ser significativamente superior ao do gás natural**: atualmente, estimam-se que os valores mais competitivos possam rondar os 100€/MWh.

O contributo em termos de redução das emissões de GEE decorrente da utilização de gases renováveis é relevante para o setor industrial.

No âmbito das pretensões das políticas energéticas estabelecidas para 2030, está prevista a injeção de até 10% de biometano e de 10% a 15% de hidrogénio na rede de gás natural.

Estas ambiciosas metas, embora contribuam para a redução das emissões de GEE deste vetor energético, não invalidam que as empresas, *per si*, procurem incrementar a utilização de gases renováveis nos seus processos.

Outras recomendações



4.1 Certificados de Garantia de Origem

Os **Certificados de Garantias de Origem** são documentos eletrónicos que comprovam ao consumidor final que uma dada quantidade de energia foi produzida a partir de uma determinada fonte e tecnologia.

A REN (Redes Energéticas Nacionais) é a Entidade Emissora de Garantias de Origem ([EEGO](#)), compreendendo o registo, a emissão, a transferência e o cancelamento destes certificados.

Atualmente, em Portugal, existem Certificados para eletricidade e também para gases de origem renovável (e.g., biometano ou hidrogénio verde).

A aquisição destes Certificados por parte das empresas (consumidoras), embora não constitua uma ação direta de redução das emissões de GEE no seu próprio processo, permite, de forma indireta, contribuir para a sua descarbonização, fomentando simultaneamente a cadeia de valor associada à produção de energia a partir de fontes renováveis e servindo como complemento das medidas diretas de produção de energia proveniente de fontes renováveis elencadas ao longo do presente Manual.

4.2 Medidas de Compensação de Carbono

A remoção de emissões de GEE que não podem ser evitadas tem conduzido a um interesse crescente na realização de medidas de compensação: e.g., sumidouros ou aquisição de créditos de carbono.

Um **sumidouro de carbono** é qualquer processo, atividade ou mecanismo que absorve ou remove GEE da atmosfera e que os armazena (os sumidouros são simultaneamente reservatórios), sendo a quantidade de carbono que neles entra, maior do que a que deles sai.

No âmbito do Protocolo de Quioto são considerados sumidouros: certas atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura (criação de novas florestas, gestão florestal e gestão de terras agrícolas, entre outros) que se traduzem na captura do CO₂ presente na atmosfera e o seu subsequente armazenamento na forma de matéria vegetal.

O Mercado Voluntário de Carbono ([MVC](#)) em Portugal permite efetuar a compra e venda de **créditos de carbono**, gerando incentivos económicos para alavancar a redução de emissões de GEE ou de sequestro de carbono.

Ao contrário do Comércio Europeu de Licenças de Emissão ([CELE](#)), o principal instrumento de descarbonização que regula as emissões de carbono das indústrias transformadoras, o MVC não resulta de uma imposição legal ligada à atividade do operador, mas sim da vontade dos intervenientes no mercado, tendo um carácter voluntário, e abrangendo os seguintes setores de atividade:

- Energia: extração e produção de combustíveis, queima de combustíveis e transportes;
- Processos Industriais: processos industriais, produção e uso de gases fluorados e usos não energéticos de combustíveis;
- Resíduos: resíduos sólidos e águas residuais.

No contexto do MVC, tem de garantir-se:

- Adicionalidade climática: as reduções ou remoções de emissões de GEE não teriam ocorrido sem a implementação de um determinado projeto;
- Acompanhamento: existência de um processo de monitorização, reporte e verificação;
- Transparência: registo e reconhecimento da emissão de créditos de carbono e registo de transações, evitando a dupla contagem de emissões (reduzidas ou sequestradas).

Saliente-se que a utilização de créditos de carbono do MVC não é permitida no âmbito do regime do CELE.

A este respeito, destacam-se também os seguintes instrumentos:

- Certificação europeia para remoções de carbono: permite garantir remoções de carbono certificadas pela UE, através de um quadro de governação transparente e credível;
- Regulamento LULUCF: estabelece uma meta acrescida ao nível da UE para a remoção de carbono;
- Regulamento CRCF (*Carbon Removal and Carbon Farming*):
 - Soluções baseadas na natureza: carbono do solo e florestação/reflorestação;
 - Captura e Armazenamento Permanente: captura de ar e armazenamento direto (DACCS), *Enhanced Rock Weathering* (ERW) e bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS);
 - Carbono em produtos de longa duração: materiais que armazenem carbono.

As medidas de compensação de carbono poderão constituir um complemento às medidas diretas de redução das emissões de GEE elencadas ao longo do presente Manual.

Ficha Técnica

Título

Manual de Boas Práticas
de Eficiência Energética
na Indústria

Equipa Técnica

RdA Climate Solutions

Coordenação Geral

Município de Guimarães

Dezembro de 2024

Junta-te à Transição Verde.

NET
ZERO
CITIES



Financiado pela
União Europeia
Funded by
the European Union



MUNICÍPIO DE
GUIMARÃES

Laboratório
da Paisagem

RdA
CLIMATE SOLUTIONS



Guimarães
2030