

MANUAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Sector Cerâmico

“INFLUÊNCIA COMPORTAMENTAL NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA”

Medida financiada no âmbito do Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica, aprovado pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

Execução:



Promotor:



Manual de Eficiência Energética no Sector Cerâmico

EQUIPA TÉCNICA

Vivapower Consulting

Direcção: Eng.º João de Jesus Ferreira

Coordenação: Eng.º Marco Correia

Execução Eng.º Miguel Rebelo

APICER

Coordenação: Dr.ª Albertina Sequeira

Acompanhamento: Dr. António Oliveira

ÍNDICE

1	OBJECTIVO E ÂMBITO DO MANUAL.....	5
2	ENQUADRAMENTO	6
3	CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NO SECTOR CERÂMICO	9
3.1.	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CASOS DE ESTUDO DO SECTOR CERÂMICO.....	9
3.2.	PROCESSOS PRODUTIVOS E PRINCIPAIS SISTEMAS CONSUMIDORES DE ENERGIA.....	11
3.3.	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA.....	12
3.3.1.	Medidas Comportamentais e de Gestão de Energia	13
3.3.1.1.	Sistema de Gestão de Energia	13
3.3.1.2.	Optimização de Contratos de Fornecimento de Energia	15
3.3.1.3.	Sensibilização para a Utilização Racional de Energia	18
3.3.2.	Medidas Tecnológicas.....	19
3.3.2.1.	Medidas Transversais	19
a)	Motores Eléctricos	19
b)	Sistemas de Ar Comprimido	21
c)	Sistemas de Ventilação.....	22
d)	Sistemas de Iluminação.....	23
e)	Compensação de Energia Reactiva.....	28
f)	Sistemas de AQS	30
g)	Sistemas de Aquecimento e Ar Condicionado.....	31
h)	Equipamentos de Serviços Administrativos	32
3.3.2.2.	Medidas Específicas do Sector.....	33
a)	Fornos e Secadores.....	34
b)	Caldeiras	34
3.3.2.3.	Sistemas de Energias Renováveis	35
a)	Sistema Solar Fotovoltaico	35
b)	Sistema Solar Térmico	35

4	SERVIÇOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	37
5	RESUMO DE RECOMENDAÇÕES.....	39
6	BIBLIOGRAFIA	43
7	LISTA DE ACRÓNIMOS.....	44
	ANEXOS.....	45

1 OBJECTIVO E ÂMBITO DO MANUAL

O presente documento foi desenvolvido no âmbito do projecto **Influência Comportamental no Consumo de Energia Eléctrica**, promovido pela **Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica (APICER)** na sequência da candidatura apresentada ao **Plano de Promoção da Poupança no Consumo de Energia Eléctrica (PPEC) 2013-2014**, da responsabilidade da **Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE)**, com o envolvimento das seguintes entidades: **APICER** e **Vivapower Consulting, Lda**. Este projecto tem como principais objectivos, otimizar a utilização final de energia e, conseqüentemente reduzir os consumos de energia eléctrica dos beneficiários seleccionados.

O projecto **Influência Comportamental no Consumo de Energia Eléctrica** consiste na realização de 20 diagnósticos energéticos a indústrias do sector da **Cerâmica** e da **Cristalaria**, com consumo energético inferior a 400 tep/ano. O principal objectivo deste projecto é o da **identificação de medidas que permitam traçar um plano de redução do consumo de energia eléctrica nas empresas**. Para tal são desenvolvidas acções de sensibilização junto dos colaboradores, no sentido de promover comportamentos que conduzam à utilização racional e eficiente da energia. É também realizado um **Manual** sobre Eficiência Energética para o sector da Cerâmica e, por fim, um **Workshop** para apresentação das medidas e resultados às empresas do sector.

O presente documento consiste no **Manual de Eficiência Energética para o Sector Cerâmico**, tendo como objectivo que este constitua uma ferramenta de informação válida e independente sobre a eficiência energética e utilização racional de energia eléctrica nas indústrias cerâmicas, promovendo assim a sua utilização, a implementação de medidas e a sensibilização de comportamentos que permitam uma economia energética, ambiental e financeira.

2 ENQUADRAMENTO

A energia é um dos sectores chave da economia europeia, vital para a sua competitividade, para a sua segurança e para o cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto. Nos termos enunciados, a energia assume, assim, um papel preponderante sendo que a crescente pressão sobre os preços das energias de origem fóssil, liderada pelo preço do petróleo, e a crescente dependência de energia importada, irão obrigar os países da União Europeia a um esforço concertado visando a minimização do choque de preços e da crescente dependência de energia importada. As áreas prioritárias actualmente consideradas para a União Europeia são as seguintes:

- Aumento da eficiência energética;
- Funcionamento do mercado interno do gás natural e da energia eléctrica;
- Promoção das energias renováveis;
- Desenvolvimento das relações de política energética com o exterior, tendo em vista o reforço da segurança do abastecimento em energia;
- Melhoria das ligações entre a política energética, a política ambiental e as políticas de investigação.

Neste sentido, apareceu o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), cujo objectivo é o de projectar novas acções e metas para 2016, no quadro das metas europeias “20-20-20”. Estas metas visam alcançar, em 2020, (i) 20% de redução das emissões de gases com efeito de estufa relativamente aos níveis de 1990, (ii) 20% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto e (iii) 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projecção do consumo para 2020, mediante um aumento da eficiência energética, tendo sido estabelecido para Portugal, para o horizonte de 2020, um objectivo geral de redução no consumo de energia primária de 25%.

Portugal é um país com escassos recursos energéticos endógenos, nomeadamente, aqueles que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o petróleo, o carvão e o gás). A escassez de recursos fósseis conduz a uma elevada dependência energética do exterior (72,4% em 2014), nomeadamente das importações de fontes primárias de origem fóssil. A taxa de dependência energética tem vindo a decrescer desde 2005, sendo que o valor mais elevado da década registou-se nesse mesmo ano devido à baixa produtividade das centrais hídricas resultado de um ano hidrológico muito seco.

Algumas das medidas mais eficazes de redução da dependência energética passam pela redução do consumo energético através de aplicação de princípios de

eficiência energética, a nível de equipamentos consumidores de energia e materiais de construção, e através de acções de sensibilização ambiental e alterações comportamentais da população. O princípio para o conceito de Eficiência Energética passa pela optimização do uso das fontes de energia. Aliada a uma utilização racional de energia, pretende-se com este conceito alcançar, para um mesmo nível de conforto, um consumo inferior de energia.

A eficiência energética pressupõe a implementação de medidas de forma a reduzir o desperdício de energia ao longo do processo de produção, distribuição e utilização de energia. Na fase de utilização de energia, é frequente recorrer ao conceito de “Utilização Racional de Energia”, que entende a adopção de medidas que permitem uma melhor e consciente utilização da energia nos vários sectores de actividade económica: doméstico, serviços e indústria.

Na figura seguinte apresenta-se o peso do consumo dos principais sectores de actividade económica relativamente ao consumo final de energia, registado em 2014.

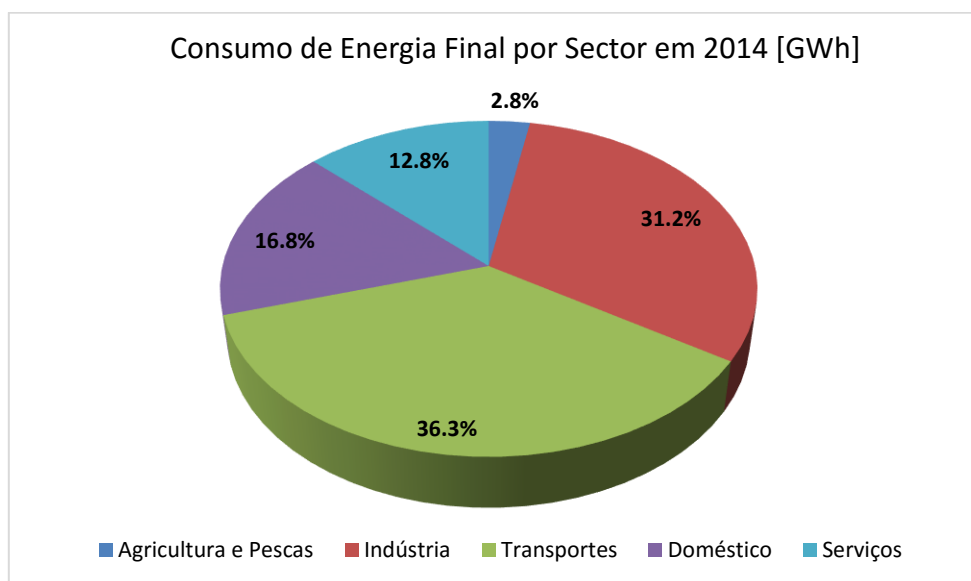


Figura 2.1 – Consumo de energia final por sector de actividade, em Portugal, no ano 2014 (Fonte – DGEG).

Através dos dados apresentados na figura anterior, constata-se assim uma forte incidência dos sectores de Indústria e Transportes no consumo de energia final. O sector dos edifícios (Serviços+Doméstico) é responsável pelo consumo de aproximadamente 30% da energia final.

Nas indústrias, a fonte energética que representa o maior consumo energético é a energia eléctrica, representando um maior peso na repartição da energia primária

por sectores (por via das perdas na produção de energia eléctrica e do nosso sistema electroprodutor) e também numa maior participação nas emissões de gases com efeito de estufa.

Com o objectivo de reduzir o consumo energético no sector da indústria é importante compreender como se encontram distribuídos os consumos energéticos finais por tipo de indústria.

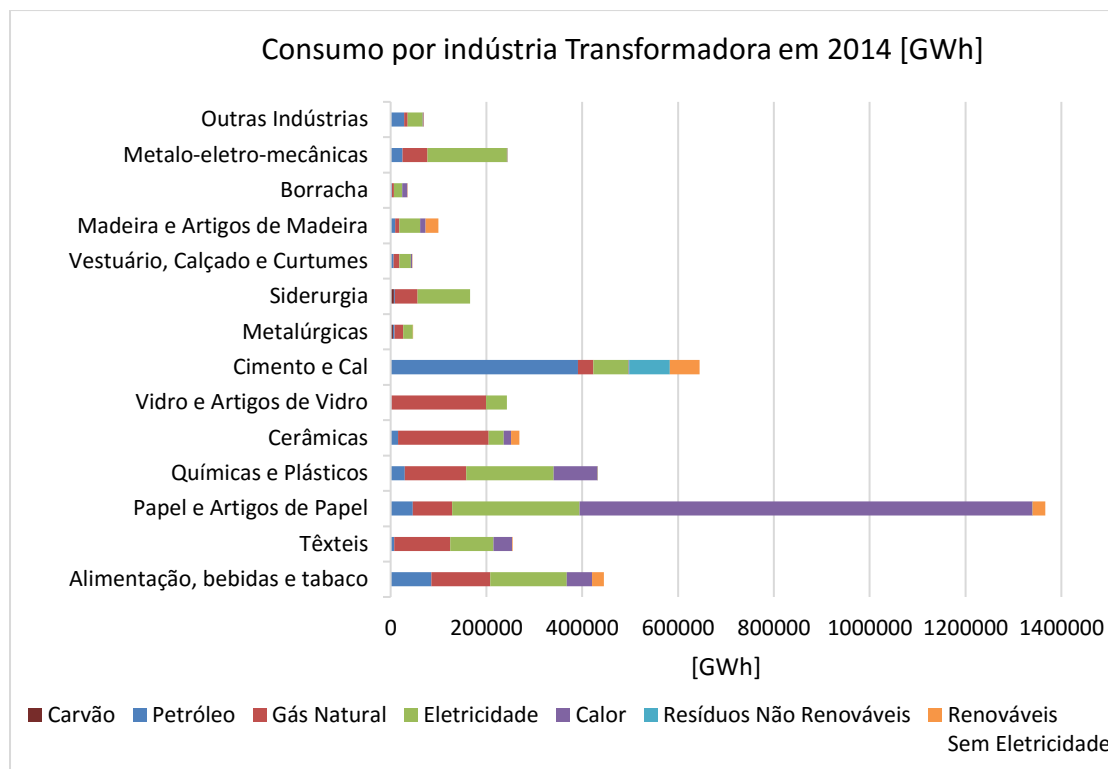


Figura 2.2 – Consumo de energia por tipo de indústria transformadora, em Portugal, no ano 2014 (Fonte – DGEG).

A heterogeneidade no sector da indústria passa não só pelas dimensões das instalações, mas também pelas diferenças no processo produtivo e consumo energético, até dentro da mesma actividade. Obviamente, uma intervenção no sector, com vista à melhoria do seu desempenho energético, tem de ser distinta em função do tipo de indústria.

3 CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NO SECTOR CERÂMICO

A indústria cerâmica, apesar de representar menos de 2% do volume de negócios da indústria transformadora (dados de 2014), constitui um sector de grande interesse nacional e com elevada taxa de exportação.

A indústria cerâmica caracteriza-se pela diversidade de produtos, de tecnologia e de mercados servidos. A maioria da produção provém de um grande número de empresas de pequena e média dimensão, que apresentam uma elevada dependência energética, nomeadamente de energia térmica.

Em Portugal, no ano de 2014, a fonte de energia mais consumida na indústria cerâmica foi o gás natural, seguido da energia eléctrica, representando 70% e 12% dos consumos finais de energia, respectivamente.

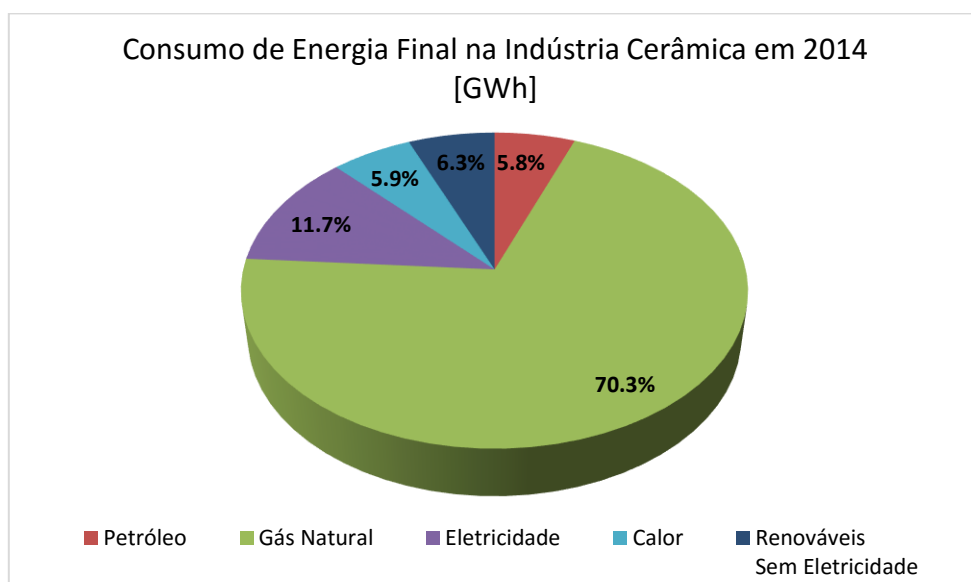


Figura 3.1 – Consumo de energia final na indústria cerâmica, em Portugal, no ano 2014 (Fonte – DGEG).

3.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CASOS DE ESTUDO DO SECTOR CERÂMICO

Tal como já foi referido anteriormente, este documento foi elaborado no âmbito do projecto Influência Comportamental no Consumo de Energia Eléctrica, destinado a 20 indústrias do sector da Cerâmica e da Cristalaria, com consumo inferior a 400 tep/ano. Assim, o presente capítulo tem como principal objectivo caracterizar, em termos de consumo de energia, as diferentes indústrias que foram alvo de diagnósticos energéticos.

A fonte energética mais consumida nas indústrias analisadas no âmbito deste projecto é o gás natural. Após as visitas técnicas e análise da informação recolhida constatou-se que além do gás natural, existe o consumo de gás propano, gasóleo e energia eléctrica.

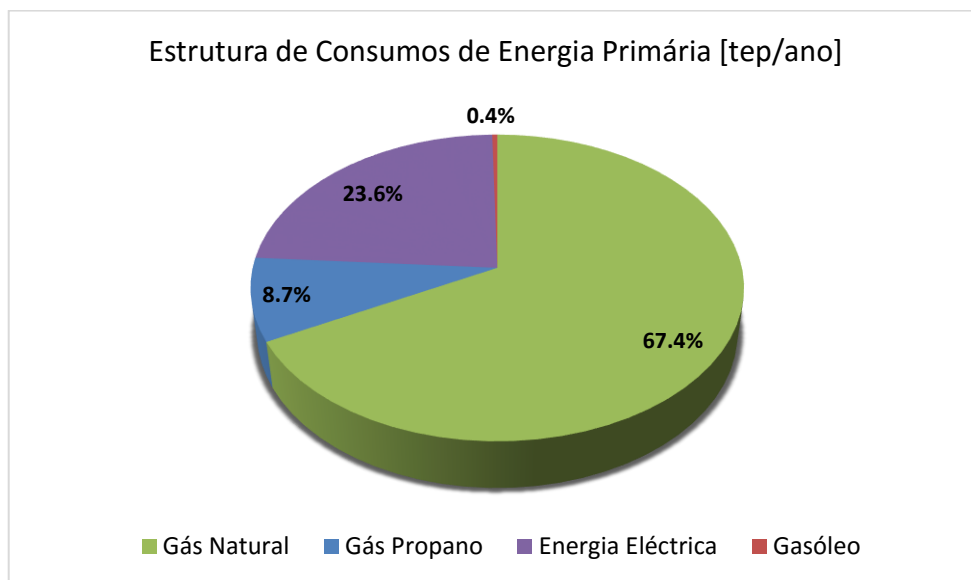


Figura 3.2 – Distribuição do consumo de energia primária nos casos de estudo da indústria cerâmica.

Apesar do consumo de gás natural apenas se verificar em 8 das 20 indústrias analisadas verifica-se que este é responsável por aproximadamente 67% dos consumos globais de energia primária. Além do gás natural, é também utilizado no processo produtivo de algumas empresas a energia eléctrica e o gás propano, representando cada uma cerca de 24% e 9% dos consumos totais das instalações, respectivamente.

No universo das empresas analisadas o consumo de gás natural e/ou propano encontra-se essencialmente associado ao processo fabríco, nomeadamente nos fornos e caldeiras. A energia eléctrica por sua vez, encontra-se na maioria dos casos associada a instalações auxiliares, como por exemplo iluminação, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), equipamentos diversos e central de ar comprimido.

De salientar que o consumo de gasóleo verificado apenas remete para uma das indústrias estudadas e encontra-se exclusivamente associado à frota automóvel e não ao processo de fabrico.

3.2. PROCESSOS PRODUTIVOS E PRINCIPAIS SISTEMAS CONSUMIDORES DE ENERGIA

Tal como verificado anteriormente, a energia térmica é a mais utilizada nos subsectores cerâmicos. A energia eléctrica é utilizada sobretudo na força motriz das máquinas, ar comprimido, iluminação, ar condicionado e sistemas de ventilação.

A indústria cerâmica é caracterizada por diferentes processos produtivos, consoante o subsector e produto final pretendido. No entanto é possível distinguir os processos de **Atomização**, **Secagem** e **Cozedura** como os mais representativos do sector.

Atomização

- Consiste num processo de secagem, utilizando um atomizador, para produção de pó para pavimentos, revestimentos e louças;
- Este processo baseia-se, essencialmente, num sistema de evaporação de água, em que uma corrente de ar quente seca a barbotina quase instantaneamente. O pó atomizado é colectado no fundo do atomizador e o pó mais fino, arrastado pelo ar de exaustão, é recuperado num sistema de separação por ciclones;
- O ar de secagem é geralmente produzido por geradores de ar quente com queima directa de fuelóleo, ou gás podendo ser utilizado também o ar quente recuperado de fornos.



Secagem

- Após a operação unitária de conformação, a água contida na pasta deixa de ter utilidade, sendo necessário eliminá-la gradualmente e na maior quantidade possível de modo a efectuar-se a cozedura dos produtos da forma mais eficiente possível;
- À entrada do secador o ar utilizado é mais saturado e a sua temperatura mais baixa porque as necessidades de calor não são tão grandes, sendo que no final a temperatura deve ser mais elevada para promover a transferência de calor e evaporar a água mais facilmente, evitando danificar o material. Na indústria cerâmica pode encontrar-se uma grande variedade de secadores com tecnologias e configurações bastante diferentes, dependendo do tipo de produto a secar.



Cozedura

- Durante o processo de cozedura, da responsabilidade dos fornos, o material sofre transformações físicas e químicas que lhe conferem as propriedades requeridas para o produto final;
- Existem diversos tipos de fornos com funcionamento contínuo e intermitente, como por exemplo os fornos túnel, fornos de rolos e fornos intermitentes.

Figura 3.3 – Descrição dos principais processos consumidores de energia.

Além dos equipamentos mencionados, atomizadores, secadores e fornos, existem outros, também consumidores significativos de energia eléctrica, fundamentais para o processo produtivo. São exemplo:

- Os moinhos, utilizados na fase de **Preparação ou Moagem** da matéria-prima;
- As prensas, utilizadas na fase de **Prensagem ou/e Moldagem**;
- Os sistemas de ventilação e/ou despoeiramento e sistemas de ar comprimido, que não estando directamente associados ao processo produtivo, constituem **Sistemas Auxiliares** com grandes consumos energéticos.

3.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA

O presente capítulo é dedicado às oportunidades de melhoria do desempenho energético, económico e ambiental das indústrias do sector cerâmico.

De uma forma genérica, podemos reduzir a factura energética e, conseqüentemente, o impacto ambiental de uma instalação, promovendo uma utilização mais racional e eficiente da energia. Neste tema, podemos incluir todas as medidas que contribuem para a redução do desperdício energético associado ao **factor comportamental**, assim como as **medidas tecnológicas** que conduzem a uma redução da utilização de recursos com base num aumento da eficiência nominal dos sistemas e equipamentos ou com base na utilização de sistemas que aproveitem **recursos energéticos renováveis**.

As medidas tecnológicas, seja através da substituição dos equipamentos ou de procedimentos de manutenção mais eficazes, permitem alcançar elevados níveis de economia devido ao aperfeiçoamento tecnológico. No entanto, é de salientar que um equipamento moderno e construído na perspectiva da redução do consumo é dependente do seu utilizador, ou seja, se o sistema não for utilizado a pensar na redução do consumo energético, não está a ser aproveitado na sua máxima capacidade de economia energética.

Por outro lado, a Utilização Racional de Energia (URE) através de um adequado controlo e utilização dos sistemas energéticos e da instalação fundamental e deve ser explorado, por exemplo, com a aplicação das seguintes medidas:

- Sensibilização e formação dos funcionários/utilizadores sobre as questões do consumo de energia, eficiência energética e desenvolvimento sustentável;
- Controlo do consumo de energia no estabelecimento através da instalação de contadores de energia eléctrica e de entalpia;

- Instalação de um sistema de gestão de energia com o fim de monitorizar o estabelecimento, através dos principais sistemas consumidores de energia, do ponto de vista do seu correcto funcionamento e eficiência.

Tendo em consideração o âmbito deste projecto, é de salientar que as medidas apresentadas nas secções seguintes deste documento se focam principalmente na redução do consumo de energia eléctrica. No entanto, e uma vez que a energia térmica tem grande peso na indústria cerâmica, algumas das medidas apresentadas também abrangem a energia térmica.

3.3.1. *Medidas Comportamentais e de Gestão de Energia*

A energia desempenha um papel fundamental na economia e como tal a sua utilização deve ser encarada de forma eficiente e racional. A **gestão da energia** é fundamental para atingir objectivos de produtividade e competitividade nas empresas, independentemente do sector de actividade económica, contribuindo assim para melhorar a eficiência energética.

Os princípios básicos da gestão de energia numa instalação consumidora podem enumerar-se como sendo:

- Controlo da energia adquirida;
- Controlo da energia consumida;
- Controlo das matérias-primas;
- Controlo da evolução, no tempo, dos consumos energéticos em quantidade e em valor.

Uma das principais barreiras à eficiência energética das instalações reside no **factor comportamental**. A desinformação, falta de motivação e o comodismo, hábito ou rotina são aspectos que contribuem para uma cultura deficiente no que diz respeito à sustentabilidade e eficiência energética e ambiental das organizações.

Assim, pretende-se nesta secção apresentar um conjunto de medidas que procuram corrigir o factor comportamental e potenciar a gestão de energia, tentando minimizar o desperdício energético, através de uma redução da influência directa que os utilizadores de energia podem ter no desempenho dos sistemas, como os horários e os parâmetros de funcionamento dos equipamentos.

3.3.1.1. *Sistema de Gestão de Energia*

A implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) está fortemente relacionada com a eliminação do desperdício de energia associado aos factores comportamentais, pois permite correlacionar a entrada em funcionamento dos sistemas e equipamentos com os horários de ocupação e com as reais

necessidades de conforto (visual, térmico, etc.). Contudo, a sua aplicação e desenvolvimento extravasa a eliminação, ou redução, da variável comportamental no consumo energético mas também permite avaliar em tempo real a eficiência dos principais sistemas e equipamentos e, no fundo, de toda a instalação, permitindo ainda ser um sistema de alerta para eventuais situações de avaria dos sistemas e equipamentos.

É possível medir energia eléctrica, gás, água, ou qualquer outra grandeza com interesse para a análise.

O SGE, em função da sua implementação contínua, tem vantagens comparativamente a um diagnóstico energético, que apresenta uma radiografia relativamente ao perfil energético da instalação, no momento em que a mesma é executada. A implementação contínua permite recolher, regularmente, dados de instrumentação e monitorização, na expectativa de eliminar desperdícios energéticos, quer do ponto de vista da actividade, quer do ponto de vista comportamental.

Deste modo, um sistema de gestão de energia não deve ser considerado como uma ferramenta de controlo mas sim como uma ferramenta de gestão de uma instalação. Como tal, é essencial que a gestão de energia seja encarada como um processo contínuo e indispensável para qualquer estrutura técnica.

No entanto, a gestão da energia deve ser suportada pelo acompanhamento das instalações através da elaboração de auditorias energéticas e acções de redução dos consumos.

A figura seguinte sumariza a metodologia a adoptar para uma eficiente integração de um sistema de gestão de energia.

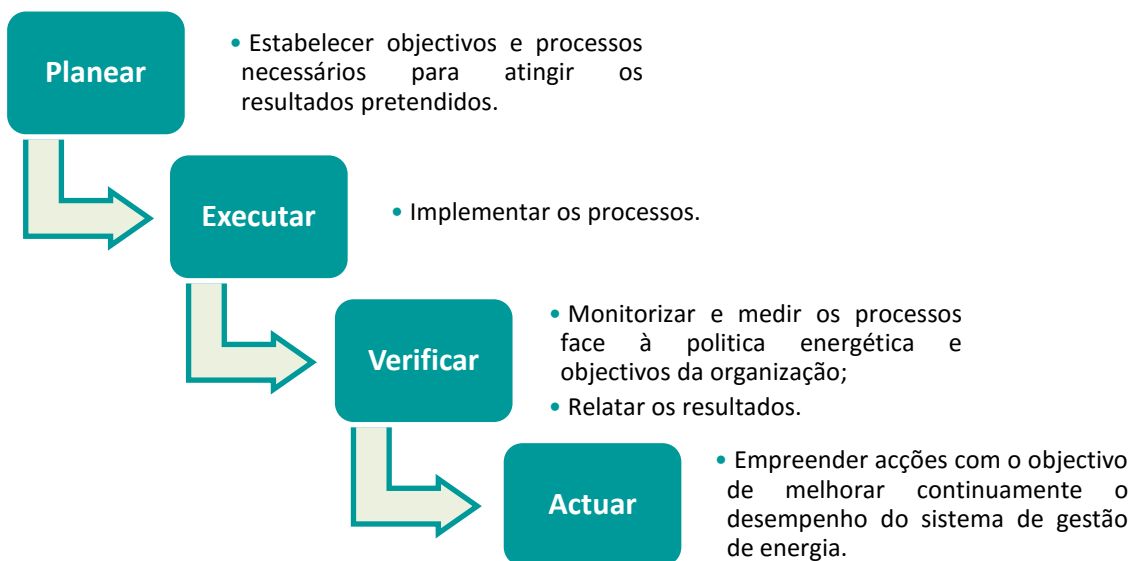


Figura 3.4 – Metodologia de aplicação de um Sistema de Gestão de Energia.

Resumidamente, a implementação de um SGE apresenta as seguintes vantagens.

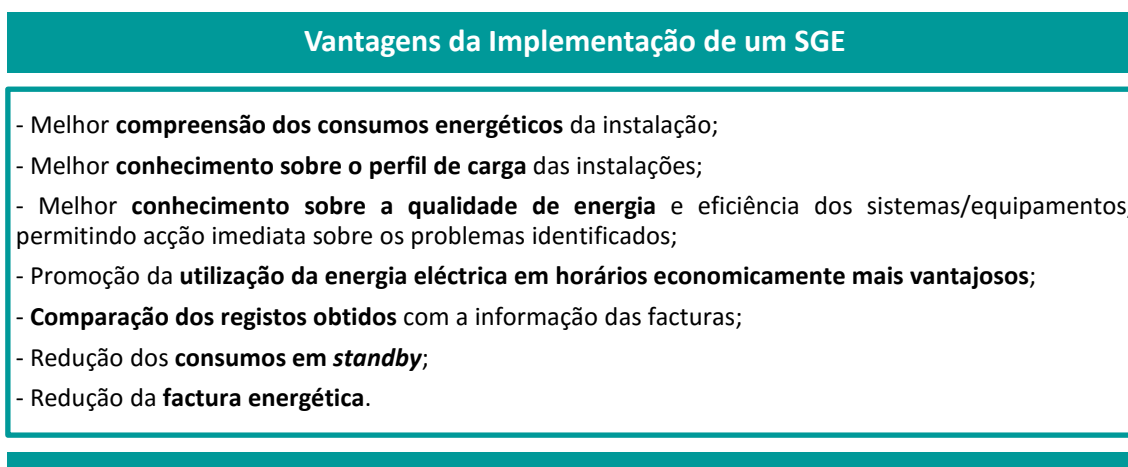


Figura 3.5 – Vantagens da implementação de um Sistema de Gestão de Energia.

3.3.1.2. Optimização de Contratos de Fornecimento de Energia

As indústrias do sector cerâmico apresentam geralmente grandes consumos de energia, sendo a energia eléctrica e o gás natural algumas das fontes energéticas com maior peso no consumo energético global de uma indústria do sector cerâmico. Estes tipos de energia apresentam custos elevados, pelo que o correcto

dimensionamento em projecto e a optimização de contratos e tarifas adequados aos padrões de utilização podem representar economias significativas.

a) *Energia Eléctrica*

As necessidades de consumo de energia eléctrica nas instalações, bem como a forma como os equipamentos são utilizados é relevante para se saber qual a potência a contratar.

O ideal seria uma situação de concordância entre a potência contratada e a potência tomada, devendo ambas ter o mínimo valor possível. Sendo essencial, determinar a potência mínima a contratar, assegurando que não é tomada uma potência superior a esta.

A análise das facturas de energia eléctrica permite essencialmente verificar se a opção tarifária é a melhor, analisar a distribuição dos consumos por período tarifário (Ponta, Cheias, Super Vazio e Vazio), se existe pagamento de energia reactiva e a evolução da potência em horas de ponta e da potência contratada.

Os períodos horários têm como objectivo evitar os custos de potência a montante, e são determinados tendo em conta as especificidades eléctricas de cada região, sendo diferentes para Portugal Continental e Regiões Autónomas (ver em anexo).

Os dias são divididos em três categorias principais, horas de vazio, cheia e de ponta. As horas de vazio correspondem a períodos em que o consumo de electricidade é mais barato e correspondem essencialmente às horas do período nocturno e fins-de-semana. Pelo contrário as horas de ponta são as horas onde o consumo de electricidade implica maiores custos para o cliente. As situações intermédias correspondem aos períodos de horas de cheia.

Para fornecimentos em baixa tensão especial (BTE) média tensão (MT), alta tensão (AT) ou muito alta tensão, o período de vazio é ainda decomposto em dois períodos: vazio normal e super vazio.

Tendo em consideração as tarifas disponíveis, o diagrama de cargas e correspondente facturação para um determinado ponto de consumo, é possível encontrar a opção tarifária que melhor satisfaça os interesses das instalações. É importante salientar que a escolha de uma opção tarifária varia de instalação para instalação.

No esquema seguinte apresentam-se alguns dos pontos a ter em consideração na análise da contratação de energia eléctrica.

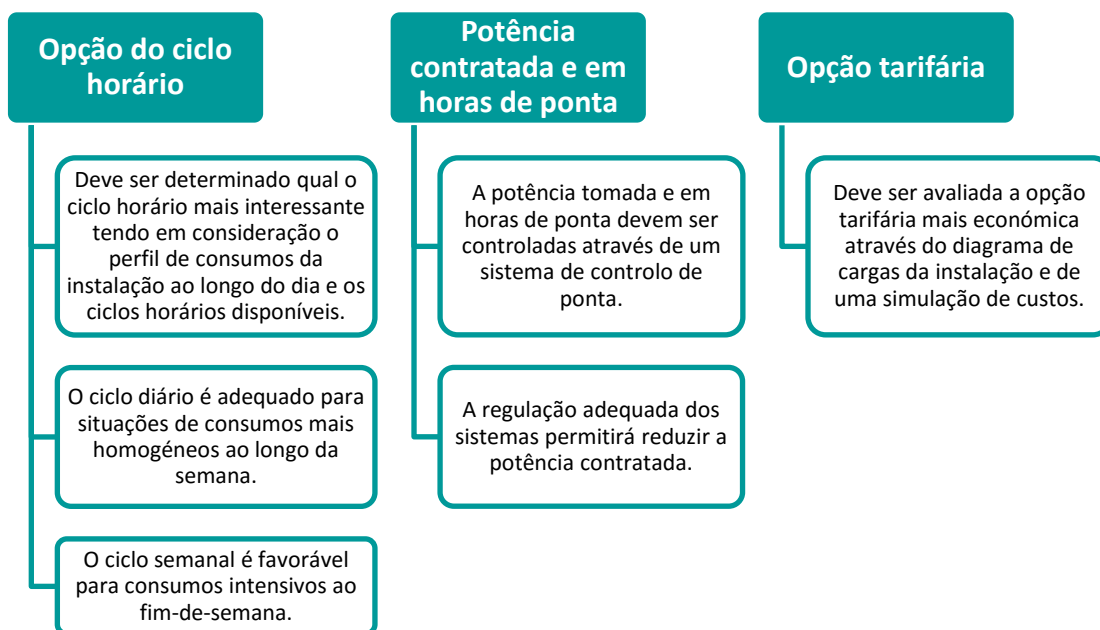


Figura 3.6 – Factores a ter em consideração na análise de um contrato de fornecimento de energia eléctrica.

b) Gás Natural

Semelhante à energia eléctrica, o consumo de gás natural é influenciado pelas horas de funcionamento e o modo como os equipamentos são utilizados, se em simultâneo ou não. Deste modo é essencial optar pela tarifa mais adequada ao perfil de consumo de gás natural de uma instalação.

Um dos factores mais relevantes a ter em consideração numa análise contractual de fornecimento de gás natural é o termo fixo. Para consumos anuais inferiores a 2 000 000 m³, o termo fixo da factura está directamente relacionado com o caudal máximo de gás e o tipo de contador instalado. Deste modo recomenda-se que a escolha do escalão de pressão seja a mais ajustada possível às condições reais de laboração.

Para consumos superiores a 2 000 000 m³/ano, a potência máxima diária contratada é ajustada por um valor entre os 80% e 105% do consumo diário de gás.

Na optimização de contratos de fornecimento de energia recomenda-se adicionalmente o seguinte.

Optimização de Contratos de Fornecimento de Energia

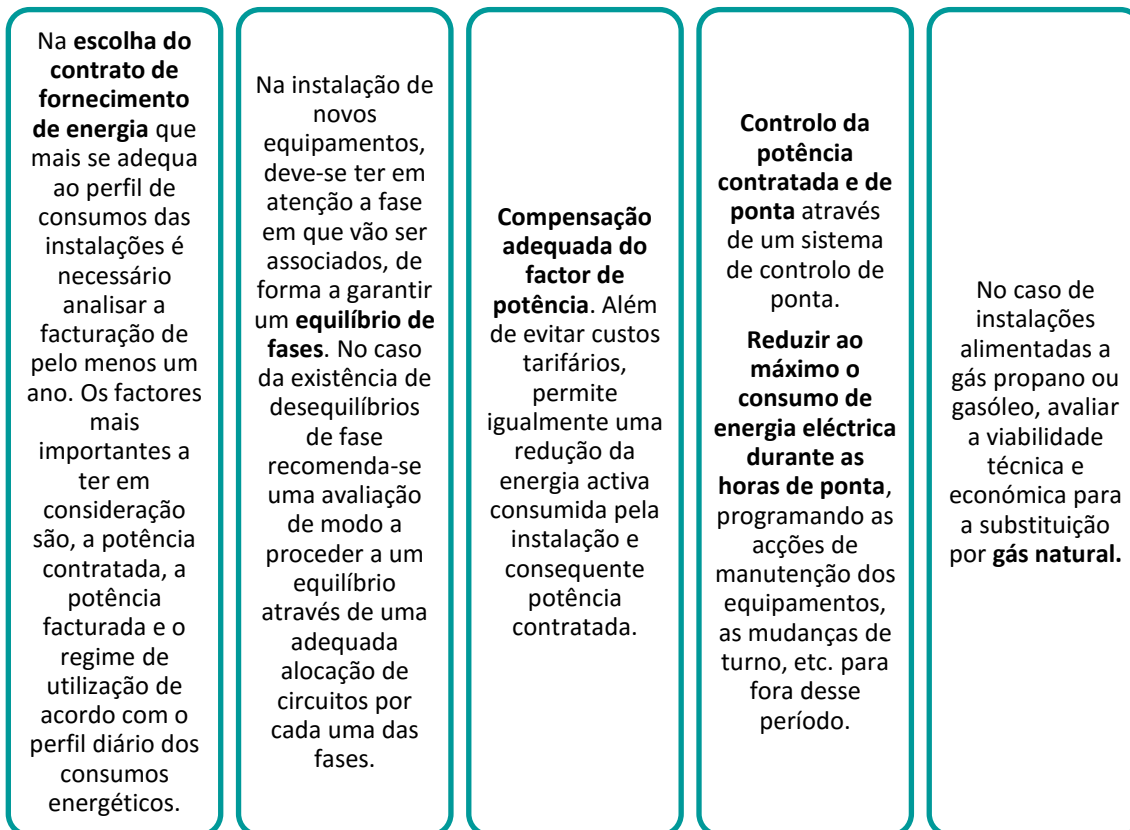


Figura 3.7 – Recomendações para a optimização de contratos de fornecimento de energia.

3.3.1.3. Sensibilização para a Utilização Racional de Energia

No âmbito de uma maior utilização racional de energia, sugere-se que seja realizada uma campanha de sensibilização dos funcionários das instalações para as questões de eficiência energética e do consumo energético. Apesar de esta ser uma medida de resultados intangíveis, são operações normalmente fáceis de montar, contribuem para uma cultura de sustentabilidade, que pode ser aproveitada em termos de marketing e que conduzem a reduções do desperdício energético, embora seja difícil de quantificar.

A promoção do conhecimento relativo a acções concretas de utilização racional de energia, promoção da responsabilidade individual e colectiva, através da promoção da procura activa e continuada de informação (por exemplo, divulgação mensal aos utilizadores de informações relativas aos consumos energéticos, respectivo

impacto ambiental, custos energéticos, etc.), podem representar economias de energia com pouco ou nenhum investimento.

3.3.2. Medidas Tecnológicas

Esta secção visa apresentar algumas medidas relacionadas com o aumento da eficiência energética de uma indústria do sector cerâmico, quer por acção nas tecnologias de serviços auxiliares (**medidas transversais**) ou nas tecnologias de processo (**medidas específicas do sector**), promovendo um aumento da eficiência nominal dos equipamentos consumidores de energia eléctrica, quer por via da instalação de sistemas de **aproveitamento de energia renovável**.

3.3.2.1. Medidas Transversais

Nesta secção consideram-se medidas de implementação que envolvem equipamentos comumente utilizados em indústrias. Na maioria dos casos, este tipo de soluções oferece benefícios que, além de promoverem a redução dos consumos de energia, constituem soluções vantajosas para as empresas.

a) Motores Eléctricos

Os motores eléctricos encontram-se presentes em todos os sectores industriais, sendo responsáveis pelo maior consumo de energia eléctrica consumida na indústria na União Europeia. Estes equipamentos são caracterizados por serem versáteis, de simples operação, limpeza e transporte.

Os motores eléctricos convertem energia eléctrica recebida da rede em energia mecânica no seu veio, por intermédio das interacções electromagnéticas e mecânicas entre os enrolamentos e os materiais magnéticos do rotor e estator.

No processo de conversão de energia eléctrica em energia mecânica, dão-se perdas. Se as condições de operação de um motor estiverem incorrectas ou se este tiver alguma imperfeição, a magnitude das perdas pode superar em muito as especificações previstas em projecto, com a consequente diminuição da eficiência.

Na indústria não é incomum encontrar situações de sobredimensionamento de motores, devido à utilização de factores de segurança muito elevados.

O sobredimensionamento apresenta diversas consequências nocivas, nomeadamente o maior investimento inicial aquando da aquisição dos motores e equipamentos associados, diminuição do factor de potência da instalação e do rendimento do motor, o que leva a aumentos na factura de energia eléctrica.

Os **Variadores Electrónicos de Velocidade (VEV's)** constituem uma solução para adequar a velocidade do motor às cargas ou necessidades do processo através de um controlo electrónico da voltagem e frequência entregue de um modo permanente, no arranque de motor, regime de funcionamento normal e em momento de variação de cargas de velocidade.

Desta forma os VEV's permitem:

- Optimizar a velocidade do motor, com o ajuste da velocidade dos motores a cada momento, de forma a responder apenas às necessidades reais do processo, mantendo o motor no seu regime óptimo;
- Optimizar o arranque e paragens do motor, com a realização de arranques e paragens progressivas dos motores, evitando picos de tensão.

Além de reduzir, significativamente, o consumo de energia, os VEV's possibilitam as seguintes vantagens:

- Aumento da vida útil dos motores eléctricos, através da redução dos picos de energia e choques mecânicos com impacto no desgaste dos motores;
- Diminuição das necessidades de manutenção do sistema, pela optimização da sua utilização;
- Controlo contínuo e permanente dos processos;
- Possibilidade de melhoria do produto final, pela utilização da velocidade óptima no processo produtivo.

No caso de máquinas caracterizadas por um arranque brusco, seguido de um perfil de comportamento praticamente estável durante o seu funcionamento, recomenda-se a instalação de **Arranadores Suaves**, ou **Soft-Starters**. Estes são equipamentos electrónicos destinados à aceleração e desaceleração de motores de indução trifásicos, permitindo assim obter-se arranques e paragens suaves.

Estes equipamentos não reduzem a energia que o motor consome, mas apresentam os seguintes benefícios:

- Reduzem o desgaste mecânico durante o arranque e a paragem, permitindo a economia de energia, desligando os motores com maior frequência;
- Aumentam o tempo de vida útil do motor;
- São de fácil manutenção e operação.

Além das medidas mencionadas anteriormente, no esquema seguinte são apresentadas algumas oportunidades de eficiência energética.

Boas Práticas para Motores Eléctricos

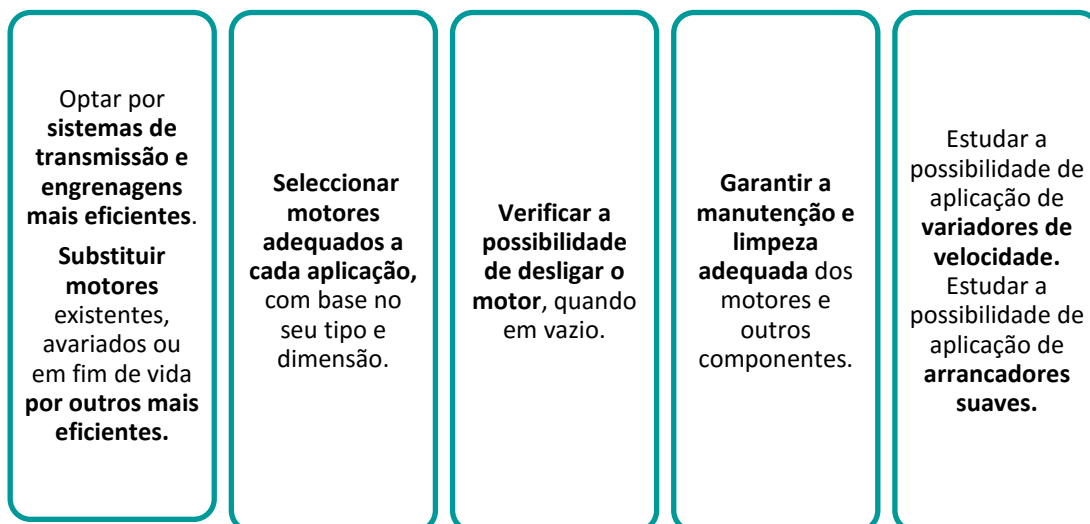


Figura 3.8 – Recomendações para os Motores Eléctricos.

b) *Sistemas de Ar Comprimido*

O ar comprimido constitui uma das utilizações de energia mais significativa da indústria transformadora, incluindo a indústria cerâmica.

Deste modo é essencial que a optimização energética deste tipo de sistemas passe por quatro áreas fundamentais: Produção e tratamento; Redes de distribuição; Dispositivos de utilização final; Projecto e operação do sistema global.

Em seguida são apresentadas algumas medidas a ter em consideração para a melhoria da eficiência energética dos sistemas de ar comprimido.

Boas Práticas para Produção e Distribuição de Ar Comprimido

- **Garantir as condições de produção adequadas** (pressão, controlo de velocidade e temperatura de admissão);
- **Recuperar e utilizar o calor desperdiçado**;
- Utilizar, quando viável, **variadores electrónicos de velocidade**;
- Garantir os **níveis de secagem e filtragem necessários** para o processo;
- Substituir motores eléctricos avariados ou em fim de vida por **motores de alto rendimento**;
- Verificar se os compressores existentes se encontram **sobredimensionados** e substituí-los por outros mais adequados ao processo.

Boas Práticas para Redes de Distribuição de Ar Comprimido

- Instituir um programa de verificação de fugas de ar comprimido;
- **Reduzir fugas e perdas de carga** na distribuição;
- Dimensionar adequadamente a **capacidade de armazenamento**;
- Optimizar o **diâmetro da tubagem**;
- Reduzir a extensão da rede.

Boas Práticas para Dispositivos de Utilização Final de Ar Comprimido

- Evitar a **utilização de ar comprimido** para fins inadequados;
- **Desligar o ar comprimido** quando não está a ser utilizado;
- **Reparar ou substituir** equipamentos com fugas de ar comprimido;
- Verificar a necessidade de **dispositivos específicos** de regulação de pressão, filtros e secadores.

Figura 3.9 – Recomendações para os sistemas de ar comprimido.

c) *Sistemas de Ventilação*

Os sistemas de ventilação são de grande importância para movimentar grandes quantidades de ar ou partículas e poluentes.

É possível obter níveis significativos de economia de energia através da correcta utilização e manutenção dos sistemas de ventilação. Seguidamente são

apresentadas algumas medidas para promover o melhor desempenho energético destes sistemas.

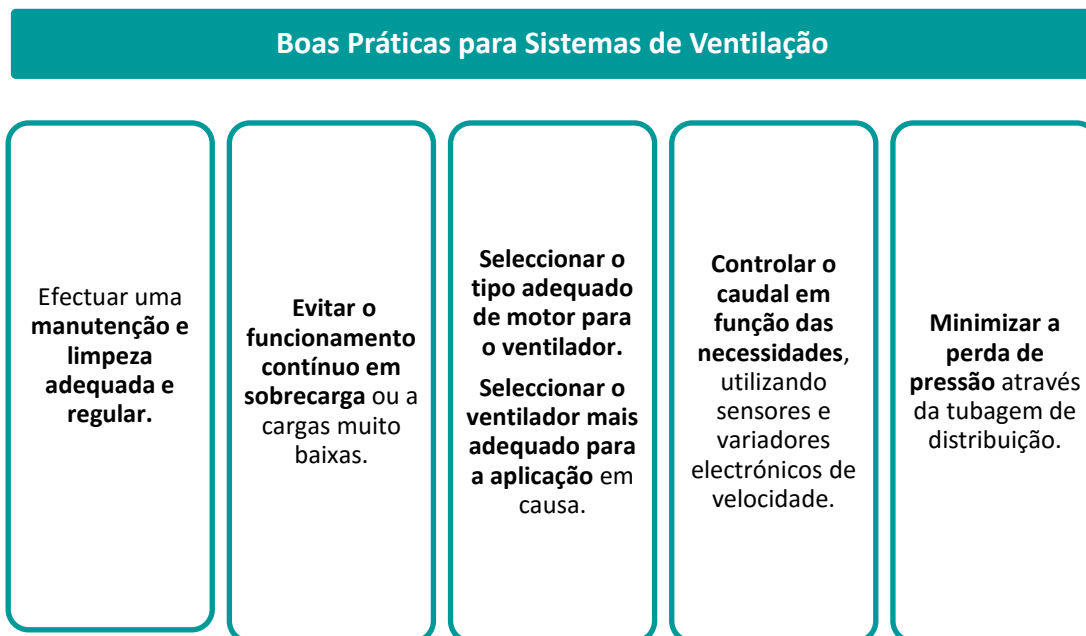


Figura 3.10 – Recomendações para os Sistemas de ventilação.

d) *Sistemas de Iluminação*

Das empresas analisadas no âmbito deste projecto verificou-se que cerca de 1% a 4% do consumo de energia global das instalações deriva das instalações de iluminação. Este trata-se de um sector onde a utilização de sistemas mais eficazes se traduzirá em reduções significativas de consumos energéticos.

No que concerne a estes sistemas energéticos, a qualidade da iluminação é decisiva, tanto no que diz respeito ao desempenho das actividades e tarefas, como na influência que exerce no conforto ergonómico dos ocupantes de um edifício. Deste modo a iluminação de qualquer espaço deve ser estabelecida de acordo com os critérios de quantidade e qualidade da iluminação proporcionada.

Boas Práticas para Instalações de Iluminação

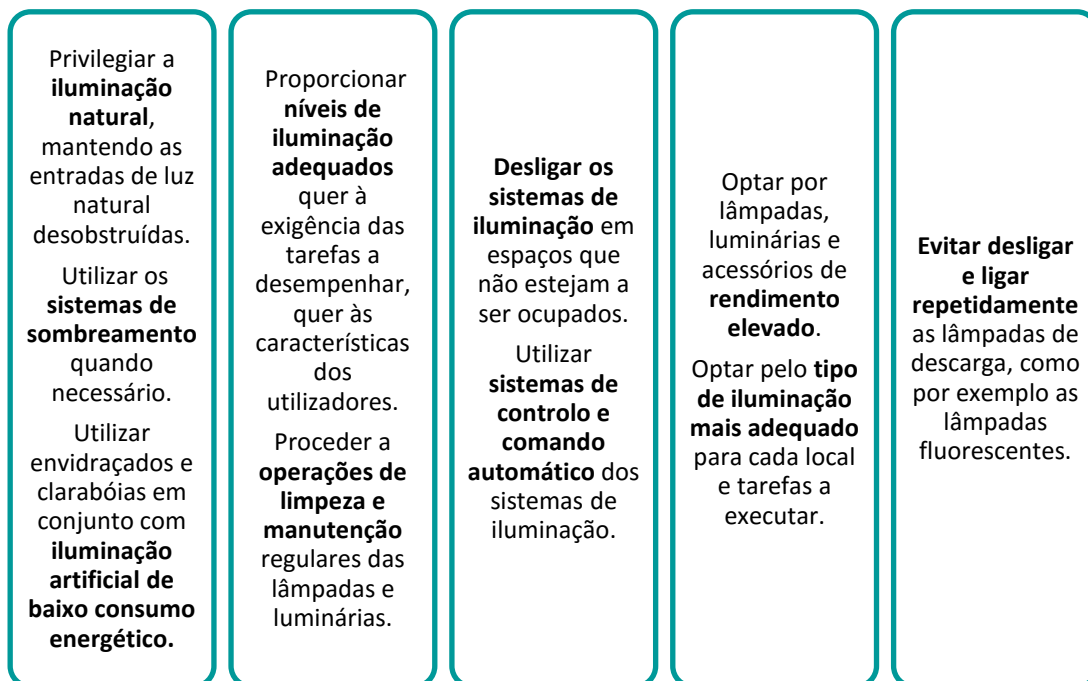


Figura 3.11 – Recomendações para as instalações de iluminação.

Relativamente aos sistemas de iluminação artificial, com o desenvolvimento tecnológico aliado a uma maior eficiência energética, os equipamentos de iluminação mais recentes têm primazia em relação aos modelos ultrapassados. Apesar de apresentarem maiores investimentos iniciais, estes podem ser recuperados através da economia energética e da redução dos custos de exploração, isto se os sistemas de iluminação forem correctamente utilizados.

As lâmpadas podem ser classificadas de acordo com seu processo de emissão de luz, podendo-se assim classificar em incandescentes, de descarga ou de tecnologia LED (*Light Emitting Diode*), como descreve-se de seguida.

- **Lâmpadas incandescentes:** Funcionam graças a um filamento de tungsténio, presente no interior do invólucro de vidro, que aquece e se torna incandescente com a passagem de corrente eléctrica. As lâmpadas incandescentes *standard* diferenciam-se das lâmpadas de halogéneo principalmente no tipo de gás utilizado no interior do invólucro de vidro. A utilização de gases halogéneos, como o Bromo, em vez do Árgon permite uma maior durabilidade das lâmpadas de halogénio em comparação com as de incandescência *standard*;

- **Lâmpadas de descarga:** A descarga eléctrica no interior do invólucro de vidro, que contém gases com substâncias fluorescentes e de mercúrio de baixa pressão, provoca a excitação dos electrões e conseqüentemente a emissão de luz. Estas lâmpadas podem dividir-se em dois grupos: lâmpadas de descarga de baixa pressão e de alta pressão;
Entre as lâmpadas de baixa pressão encontram-se as lâmpadas fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas e de vapor de sódio de baixa pressão. Das lâmpadas de alta pressão fazem parte as lâmpadas de vapor de mercúrio, vapor de mercúrio com iodetos metálicos e de vapor de sódio de alta pressão;
- **Lâmpadas de indução:** O princípio de funcionamento é semelhante ao das lâmpadas de descarga. A diferença está na descarga do gás, que no caso das lâmpadas de indução, esta é produzida por uma corrente induzida por um campo magnético externo;
- **LED (*Light Emitting Diode*):** O LED ou díodo emissor de luz é um semiconductor que quando energizado emite luz visível.


As reduções do consumo de energia eléctrica nas instalações de iluminação passam pela utilização de lâmpadas de elevada eficiência luminosa, sendo para tal necessário conhecer as suas características principais de modo a realizar uma escolha criteriosa, não prejudicando a qualidade de iluminação. As características mais importantes duma lâmpada são:

- O **fluxo luminoso** que produz, ou seja a quantidade de luz emitida por uma fonte. A unidade é o lúmen (lm);
- A **eficiência luminosa**, muitas vezes designada por 'rendimento luminoso', que é a razão entre o fluxo luminoso produzido e a potência eléctrica consumida pela lâmpada. A unidade é expressa em lm/W (lúmen/Watt);
- A **Restituição de Cor**, que indica a capacidade de uma fonte luminosa restituir as cores reais de um objecto ou de uma superfície. De modo a relacionar a fidelidade das cores apresentadas por um objecto iluminado por uma fonte luminosa qualquer em relação à cor apresentada na presença de luz natural definiu-se o **Índice de Reprodução de Cores (IRC)**;
- Duração (em horas), ou seja o **tempo de vida médio da lâmpada**;
- A **Iluminância**, definida como o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma determinada distância da fonte luminosa. A unidade de medida é expressa em lux. Existem níveis de iluminância adequados às diversas tarefas e actividades visuais que permitem assim garantir os níveis de conforto visual, encontrando-se os valores mínimos recomendados tabelados na Norma Europeia EN 12464.

- A **Temperatura de Cor**, que é um parâmetro utilizado de modo a classificar a tonalidade de cor de uma fonte de luz. Uma escala precisa e necessária para comparar a gradação de cor é dada por valores em graus Kelvin (K).

Na tabela seguinte é indicado o aspecto e as características de desempenho das lâmpadas para fins de iluminação. As lâmpadas têm uma eficácia tanto maior quanto maior for a sua potência.

Tabela 3.1 – Características dos diferentes sistemas de iluminação artificial.

Tipo de lâmpadas		Eficiência luminosa [lm/W]	Tempo de vida [h]
Incandescentes			
Standard		6 a 24	750 a 2 000
Halogéneo		8 a 35	2 000 a 4 000
Fluorescentes			
Compacta		28 a 84	10 000 a 20 000
Tubular		26 a 105	7 500 a 24 000
Descarga em alta pressão			
Iodetos Metálicos		50 a 110	6 000 a 20 000
Vapor de Mercúrio		45 a 55	16 000 a 24 000

Tipo de lâmpadas		Eficiência luminosa [lm/W]	Tempo de vida [h]
Vapor de Sódio		50 a 120	16 000 a 24 000
LED			
LED		70 a 130	20 000 a 32 000

As **lâmpadas fluorescentes compactas** são caracterizadas por uma luz suave e são ideais para todas as luminárias abertas e aplicações decorativas, sendo uma boa opção em vez das lâmpadas incandescentes. Em comparação com as lâmpadas fluorescentes tubulares, são de menor comprimento e apresentam uma intensidade luminosa elevada.

Entre as **lâmpadas fluorescentes tubulares** existem diversos modelos com diferentes comprimentos. Entre estas, deve-se privilegiar as T5, pois são mais curtas, apresentam menores quantidades de mercúrio e são mais eficientes energeticamente.

Em ambientes industriais as lâmpadas mais comumente utilizadas são as **lâmpadas de descarga**, nomeadamente lâmpadas de vapor de sódio ou de mercúrio, embora se encontre muitas vezes iluminação fluorescente.

Relativamente à iluminação exterior encontram-se lâmpadas de iodetos metálicos, de vapor de sódio a alta pressão ou de vapor de mercúrio.

Actualmente a iluminação com base em **tecnologia LED** constitui uma boa alternativa para a generalidade dos sistemas de iluminação. Os LED's apresentam um conjunto de vantagens interessantes, sendo de salientar, tal como verificado na análise da tabela anterior, o maior período de vida útil, baixa necessidade de manutenção e elevada eficiência energética.

Apesar das inúmeras vantagens dos LED's, estes apresentam certas desvantagens e limitações que devem ser consideradas, como por exemplo, os custos de aquisição elevados que pode inviabilizar a sua aplicação em larga escala.

Um dos dispositivos mais importantes que se deve ter em atenção aquando a utilização dos sistemas de iluminação é o **balastro ou transformador**. Este dispositivo, que se liga entre a fonte de alimentação de um circuito eléctrico e uma ou mais lâmpadas de descarga, tem como função permitir o arranque e limitar a corrente das lâmpadas ao seu valor normal durante o funcionamento.

O tipo de balastro instalado nas luminárias influencia, igualmente, o rendimento global eléctrico do sistema de iluminação, traduzindo-se, dependendo do tipo (electrónico ou electromagnético) e da sua classe de eficiência, em maiores ou menores perdas eléctricas. A utilização de balastros electrónicos permite na sua generalidade a dispensa da utilização de outros dispositivos auxiliares (condensador, arrancador).

e) *Compensação de Energia Reactiva*

Todos os receptores de energia eléctrica cujo princípio de funcionamento se baseie nos efeitos dos campos electromagnéticos, para além de requererem potência activa, requerem energia reactiva para o seu funcionamento.

Numa indústria os grandes responsáveis pelo consumo de energia reactiva são os:

- Motores eléctricos;
- Balastros dos sistemas de iluminação;
- Transformadores;
- Máquinas de soldadura eléctrica;
- Fornos de indução.

A energia reactiva constitui energia não útil e a sua presença deve ser limitada, dado que gera maiores perdas energéticas na forma de calor por efeito de Joule e obriga o sobredimensionamento desnecessário da rede eléctrica. Por este motivo, foram aprovadas pela ERSE (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos) regras de facturação da energia reactiva com o objectivo de promover comportamentos dos clientes, relativamente à compensação de energia reactiva nas suas instalações, que contribuam para uma utilização mais eficiente das redes eléctricas.

Para o cálculo da energia reactiva a facturar utiliza-se o factor $\text{tg } \varphi$, que se define como o quociente entre a energia reactiva e a energia activa medidas no mesmo período. Quanto maior for a $\text{tg } \varphi$ menor será o factor de potência e maior será a energia reactiva a transitar numa rede ou instalação eléctrica. Assim, actualmente o regime de facturação da energia reactiva indutiva (aplicável nos escalões de Baixa Tensão Especial, Média Tensão e Alta Tensão e nos períodos fora de Vazio) consiste na fixação de 3 escalões, em função da $\text{tg } \varphi$, sendo

aplicados factores multiplicativos ao custo de referência. Os factores multiplicativos a aplicar são os apresentados na tabela seguinte.

Tabela 3.2 – Escalões de facturação da energia reactiva indutiva.

Escalão	Aplicação	Factor Multiplicativo
Escalão 1	$0,3 \leq \text{tg } \varphi < 0,4$	0,33
Escalão 2	$0,4 \leq \text{tg } \varphi < 0,5$	1
Escalão 3	$\text{tg } \varphi \geq 0,5$	3

Para corrigir um factor de potência abaixo dos limites aplicáveis, utilizam-se equipamentos de **compensação de factor de potência**, normalmente baterias de condensadores.

De forma geral, uma adequada compensação do factor de potência tem benefícios a nível dos custos de exploração de uma instalação e permite, além de uma maior qualidade de energia, uma maior eficiência energética, através da redução das perdas activas nos cabos eléctricos e de um sobredimensionamento da instalação eléctrica.

Boas Práticas para Redução da Energia Reactiva

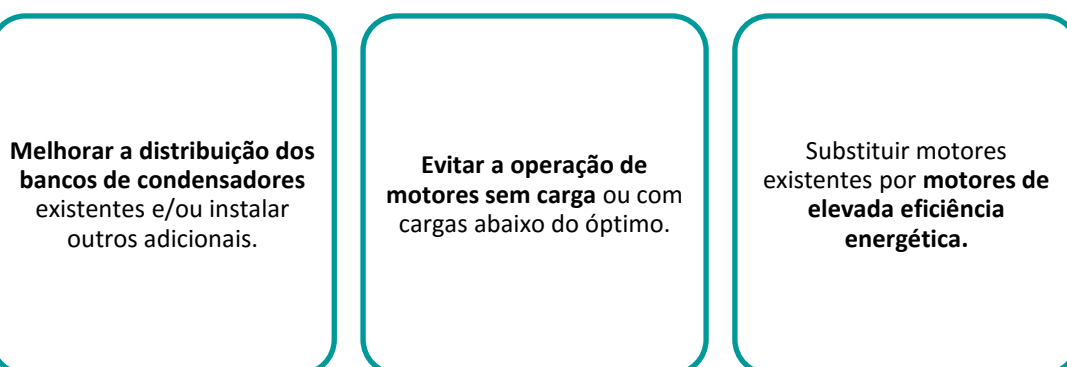


Figura 3.12 – Recomendações para Redução da Energia Reactiva.

f) *Sistemas de AQS*

Apesar de apresentarem um peso pouco significativo no consumo de energia global de uma indústria, existem oportunidades de economia energética na produção e fornecimento de Águas Quentes Sanitárias (AQS).

As soluções de AQS que utilizam energia eléctrica, como os termoacumuladores eléctricos, quando comparados com sistemas a gás como esquentadores e caldeiras murais, apresentam a desvantagem de o processo de aquecimento de água não ser imediato. São portanto adequados para locais onde a entrada de água não é demasiado fria, onde a disponibilidade de energia possa ser uma condicionante ou onde os períodos de utilização sejam descontínuos.

Geralmente, privilegia-se a utilização de gás, preferencialmente gás natural, como combustível, pois resulta em menores emissões de poluentes, com o acréscimo de apresentar custos de manutenção mais reduzidos.

No entanto, sempre que possível, deve-se optar, em vez dos sistemas convencionais, por sistemas que utilizam energias renováveis, como sistemas solares térmicos e caldeiras a biomassa.

De seguida são apresentadas algumas medidas que permitem uma melhor utilização racional de energia e eficiência energética no que concerne aos sistemas de AQS.

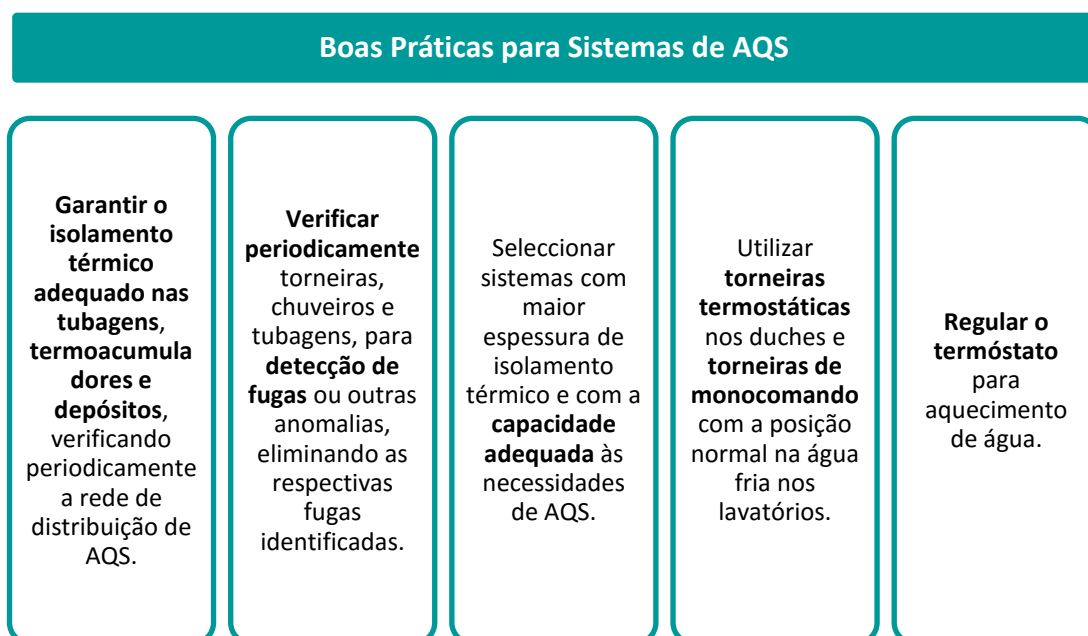


Figura 3.13 – Recomendações para os Sistemas de AQS.

g) *Sistemas de Aquecimento e Ar Condicionado*

Os sistemas de climatização podem ser subdivididos em sistemas centralizados, modulares e individuais, tendo em consideração a área a climatizar e o local onde se produz inicialmente o calor ou o frio.

Nos sistemas individuais, os equipamentos de produção de calor ou de frio são compactos, fabricados em série, utilizam o sistema de expansão directa de um fluido frigorigéneo e condicionam de forma individual cada espaço do edifício. Estes sistemas são normalmente encontrados em pequenos edifícios ou pequenas secções de grandes edifícios. São exemplos os sistemas *Split* e *Multi Split*.

Os sistemas modulares, também designados por sistemas semi-centralizados, como os sistemas de volume de refrigerante variável (VRV), podem ser utilizados para servir um conjunto de zonas do edifício e que podem facilmente ser ampliados. Estes sistemas não podem ser directamente classificados como centralizados pois é um sistema que serve um conjunto de zonas de um edifício e que pode ser facilmente ampliado.

Um sistema centralizado tem por objectivo servir a totalidade (ou a maior parte) do edifício, pelo que a climatização dos locais pode ser realizada por um fluido diferente ou não do que circula no circuito primário. Nos sistemas centralizados, os equipamentos de produção de frio e de calor estão situados em local técnico distinto dos locais condicionados. Estes sistemas podem servir vários locais através da distribuição do fluido de transferência de energia (ar, água ou fluido refrigerante) pelos equipamentos terminais em contacto directo com o ambiente dos locais condicionados.

A optimização energética dos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) passa por três áreas fundamentais: Sistemas de Produção; Sistemas de distribuição; Sistemas de emissão e difusão.

Em seguida são apresentadas algumas medidas a ter em consideração para a melhoria da eficiência energética dos sistemas de AVAC.

Boas Práticas para Sistemas de Produção

- Garantir a **manutenção e limpeza adequadas** de todos os componentes;
- Substituir sistemas avariados ou em fim de vida por **outros mais eficientes**;
- Garantir a **climatização dos espaços que estão a ser ocupados** e apenas pelo tempo necessário.
- Respeitar as **temperaturas de setpoint**;
- Utilizar um **termóstato programável**.

Boas Práticas para Sistemas de Distribuição

- Garantir o **isolamento térmico** de condutas, tubagens e acessórios;
- Utilizar **electrobombas de caudal variável**;
- **Inspeccionar periodicamente a existência de fugas** de água ou fluido refrigerante.

Boas Práticas para Sistemas de Difusão e Emissão

- Garantir a **limpeza adequada** de todos os componentes;
- **Evitar a obstrução** dos sistemas de difusão e emissão ou de unidades interiores;
- Manter os **sensores de temperatura afastados** de janelas e fontes de calor.

Figura 3.14 – Recomendações para os sistemas de ar comprimido.

Normalmente, numa indústria cerâmica, os sistemas de climatização encontram-se associados aos espaços administrativos e não à parte fabril das instalações. Consequentemente a sua expressão no consumo global de energia das instalações não é muito significativo.

h) Equipamentos de Serviços Administrativos

O consumo de energia associado à utilização de equipamentos típicos de escritórios tem, em norma, pouca expressão no consumo global de uma indústria. No entanto, existe um potencial considerável de economias de energia eléctrica associado a este tipo de equipamentos que tipicamente incluem pouco ou nenhum investimento.

A nível dos **equipamentos informáticos** os principais equipamentos normalmente utilizados em espaços de serviços administrativos consistem em computadores de secretária (*desktop*) com monitor ou em computadores portáteis, impressoras, scanners, faxes, servidores, etc.

O consumo individual destes equipamentos é de modo geral baixo. No entanto, a utilização simultânea de vários computadores e outros equipamentos informáticos poderá resultar num consumo significativo de energia eléctrica.

A generalidade dos equipamentos actualmente comercializados apresentam uma etiqueta energética, que permite assim na sua aquisição comparar e avaliar o seu desempenho energético.

Numa indústria é comum encontrar **equipamentos afectos a copas ou refeitórios**, como por exemplo micro-ondas, frigoríficos, máquinas de café, chaleiras eléctricas, máquinas de venda de *snacks*, e outros **equipamentos associados ao conforto térmico e descanso** dos trabalhadores (por exemplo, ventoinhas eléctricas, rádios e televisores).

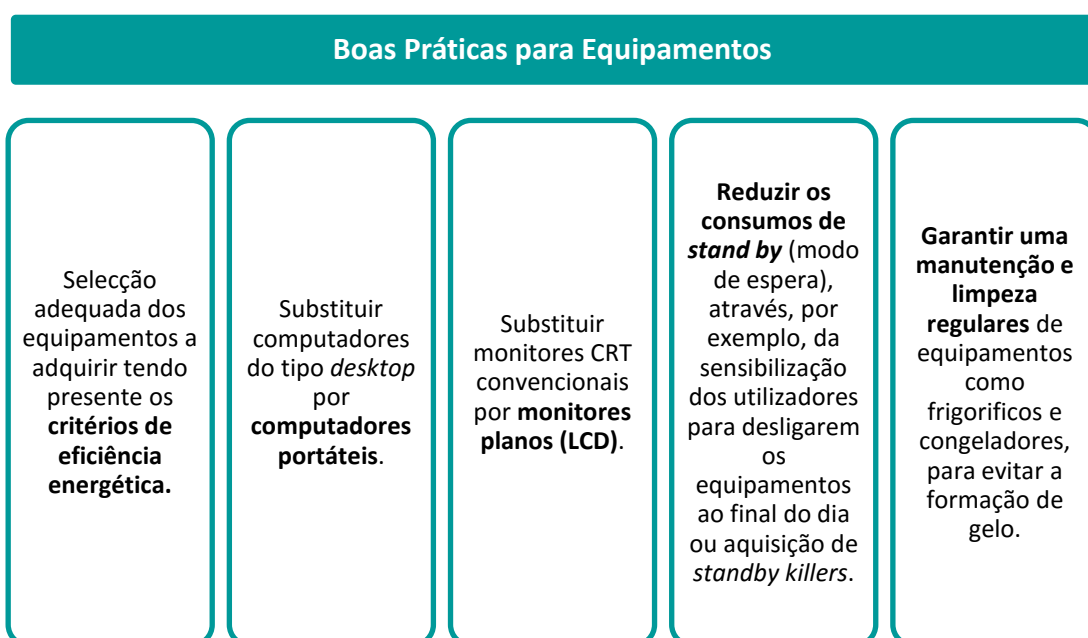


Figura 3.15 – Recomendações para equipamentos dos serviços administrativos.

3.3.2.2. Medidas Específicas do Sector

Nesta secção consideram-se medidas de implementação que envolvem equipamentos mais específicos associados ao processo produtivo. Na maioria dos casos, este tipo de soluções oferece benefícios que, além de promoverem a redução dos consumos de energia, constituem soluções vantajosas para as empresas.

a) Fornos e Secadores

Os fornos e secadores constituem alguns dos equipamentos mais relevantes, tanto a nível de consumo energético como de importância no processo produtivo, para a indústria cerâmica.

Deste modo, existe um conjunto de medidas a ter em consideração com a finalidade de promover a eficiência energética destes equipamentos.

Boas Práticas para Fornos e Secadores

- Controlar de forma automática as condições de operação, nomeadamente, de temperatura e humidade;
- Verificar e melhorar o isolamento térmico dos fornos, tubagens e acessórios;
- Evitar o funcionamento quando não necessário;
- Reduzir as perdas térmicas na entrada e saída dos fornos;
- Regular o excesso de ar à entrada da instalação de combustão;
- Privilegiar fornos de rolos em vez de fornos túnel. Os primeiros apresentam, em geral, um tempo de cozedura mais reduzido;
- Optimizar a recirculação de ar nos secadores;
- Privilegiar secadores horizontais em vez de secadores verticais. Os primeiros apresentam, em geral, ciclos de secagem mais curtos;
- Optimizar a passagem entre o secador e o forno, utilizando por exemplo a zona de pré-aquecimento do forno para finalizar o processo de secagem;
- Aproveitar o calor dos gases de exaustão dos fornos e o calor residual do ar dos processos de secagem para outros fins;
- Garantir a manutenção e limpeza adequada de todos os componentes.

Figura 3.16 – Recomendações para Fornos e Secadores.

b) Caldeiras

Um dos sectores que tipicamente apresenta um grande consumo energético na indústria é a central térmica. Nalgumas indústrias cerâmicas é possível encontrar caldeiras com a finalidade de gerar calor para o processo produtivo e/ou para produção de AQS.

Na figura seguinte apresentam-se algumas recomendações para redução do consumo energético.

Boas Práticas para Caldeiras

- Verificar se a caldeira existente se encontra sobredimensionada ou subdimensionada, e substituí-la uma outra de tamanho mais adequado às necessidades;
- Verificar e melhorar o isolamento térmico das caldeiras, tubagens e acessórios;
- Evitar o funcionamento quando não necessário;
- Regular o excesso de ar à entrada da instalação de combustão;
- Estudar a possibilidade de substituir o combustível utilizado, por outro mais vantajoso em termos energéticos, ambientais e económicos;
- Aproveitar o calor dos gases de exaustão para outros fins;
- Garantir a manutenção e limpeza adequada de todos os componentes.

Figura 3.17 – Recomendações para Caldeiras.

3.3.2.3. *Sistemas de Energias Renováveis*

Apesar do investimento elevado, as energias renováveis apresentam-se como alternativas aliantes 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 factura energética da empresa beneficiária.

a) *Sistema Solar Fotovoltaico*

Um sistema solar fotovoltaico aproveita a energia proveniente do sol para produção de energia eléctrica.

Assim, estes sistemas podem ser aplicados em indústrias com a finalidade de suprir parte do consumo de energia eléctrica das instalações. A potência fotovoltaica a instalar deve ser dimensionada de acordo com as necessidades das instalações em estudo.

b) *Sistema Solar Térmico*

Um sistema solar térmico aproveita e converte a energia de radiação fornecida pelo sol em energia térmica, contida na água que se pretende utilizar.

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. O número de colectores solares térmicos a instalar deve ser dimensionado de acordo com as necessidades das instalações em estudo.

Vantagens da Energia Solar

- Elevada disponibilidade de recurso solar - fonte inesgotável;
- Menor impacto ambiental, quando comparado com as fontes energéticas convencionais;
- Redução da dependência energética face aos combustíveis fósseis;
- Custo energético reduzido;
- Custos de manutenção reduzidos.

Figura 3.18 – Vantagens da implementação de Sistemas de Energias Renováveis – Energia Solar.

4 SERVIÇOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Na implementação de medidas e de projectos de eficiência energética e de utilização racional de energia o custo de investimento e respectivo financiamento é um factor decisivo para a implementação das mesmas. Com o actual panorama económico a nível nacional, o desenvolvimento desses projectos a nível de investimento nem sempre é fácil de ultrapassar. Com o objectivo de impulsionar a implementação de medidas de redução dos consumos energéticos nos edifícios e de ultrapassar as dificuldades a nível de investimento, existem actualmente empresas que prestam serviços na área de eficiência energética e que além de efectuarem a análise energética da instalação, assumem a responsabilidade de implementação e operação do projecto.

De acordo com a Directiva Europeia 2006/32/CE, essas empresas designadas por ESCO (*Energy Service Company*), em Portugal adoptou-se como **Empresas de Serviços Energéticos (ESE)**, fornecem serviços de energia e/ou medidas de melhoria de eficiência energética nas infra-estruturas do cliente e aceita o risco associado, sendo que os seus proveitos têm como base a obtenção de ganhos de eficiência, nomeadamente no encontro daquilo que é acordado sobre o critério de performance. Assim, na prática, as ESE além de terem a capacidade de integrarem no mesmo pacote de serviços, equipamentos e outras soluções, destacam-se da actividade das outras empresas de energia por igualmente desenvolverem, projectarem e financiarem projectos de eficiência energética, tendo a seu cargo a instalação e manutenção de equipamentos, assim como as medições e verificação das economias obtidas que poderão servir como garantia.

Para o efeito, a actividade e serviços das ESE podem assumir diferentes realidades contratuais: aos tradicionais contratos de fornecimento de energia, as ESE podem ser responsáveis pelo abastecimento, por exemplo através da instalação de sistemas de produção local de energia com recurso às energias renováveis e cujo excedente de energia produzida é vendido à rede e constitui a parte ou o todo da remuneração da ESE. Mas é nos designados contratos de desempenho energético que se destaca a actividade destas empresas. Nestes acordos, fica contratualmente definido um serviço de melhoria de eficiência energética cujos investimentos e remunerações ficam associados e dependentes dos níveis de melhoria acordados. Nestes casos, existem dois modelos possíveis:

- As economias partilhadas, em que a ESE e o cliente partilham uma percentagem determinada e acordada, associada às economias obtidas;
- As economias garantidas, nos quais a ESE apenas assegura determinado nível de economia, assumindo apenas o risco de desempenho até determinado valor.

O financiamento para estes projectos pode ser da responsabilidade da ESE, do próprio cliente ou através do recurso a uma entidade de crédito bancária. Os dois últimos são os mais comuns, nomeadamente com o modelo de economias garantidas.

5 RESUMO DE RECOMENDAÇÕES

Este capítulo tem como principal objectivo resumir as recomendações gerais, essencialmente de carácter comportamental e de gestão, que foram discutidas ao longo deste documento.

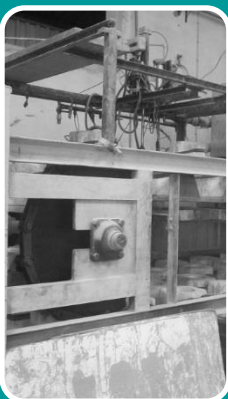
Assim, no esquema seguinte são recomendados diversos tópicos que devem ser tidos em consideração na exploração de uma indústria do sector cerâmico.

Fornos e Caldeiras



- Garantir o isolamento térmico dos componentes, incluindo tubagens e válvulas;
- Verificar e corrigir situações de sobredimensionamento ou subdimensionamento, em que o tamanho da caldeira ou forno não é adequado para as necessidades da empresa;
- Reduzir os períodos de pré-aquecimento e os tempos de funcionamento em vazio;
- Se possível, utilizar um sistema de recuperação de calor;
- Implementar um sistema de controlo automático no forno/caldeira, com controlo das condições de temperatura e humidade;
- Regular o excesso de ar à entrada da instalação de combustão;
- Garantir a manutenção e limpeza adequada dos componentes.

Secadores



- Implementar um sistema de controlo automático no secador, com controlo das condições de temperatura e humidade;
- Se possível, substituir os secadores verticais por secadores horizontais, com ciclos de secagem mais curtos;
- Se possível, utilizar um sistema de recuperação de calor;
- Optimizar a recirculação de ar;
- Optimizar a passagem entre o secador e o forno, utilizando a zona de pré-aquecimento do forno para terminar o processo de secagem.

Motores Eléctricos



- Substituir motores em fim de vida ou avariados por outros mais eficientes;
- Em caso de aquisição, optar por um motor apropriado para cada aplicação, com base no seu tipo e sua dimensão;
- Optar por sistemas de transmissão e engrenagens (ou sua eliminação se possível) mais eficientes;
- Se possível, utilizar variadores de velocidade ou arrancadores suaves;
- Se possível, desligar o motor quando em vazio;
- Garantir a manutenção e limpeza adequada dos motores e outros componentes.

Sistemas de Ar Comprimido



- Substituir motores em fim de vida ou avariados por outros mais eficientes;
- Verificar e corrigir situações de sobredimensionamento ou subdimensionamento dos compressores;
- Optimizar a pressão do ar comprimido em função das necessidades;
- Reduzir a temperatura do ar de admissão para um melhor rendimento do sistema;
- Identificar e reduzir as fugas de ar comprimido;
- Desligar quando o sistema não está a ser utilizado;
- Se possível, utilizar variadores de velocidade;
- Se possível, utilizar um sistema de recuperação de calor.

Sistemas de Ventilação



- Evitar o funcionamento contínuo em sobrecarga ou cargas muito baixas;
- Seleccionar o motor e ventilador adequado à respectiva aplicação;
- Utilizar sensores e VEV's para controlo do caudal em função das necessidades;
- Minimizar perdas de pressão através da tubagem de distribuição;
- Garantir a manutenção e limpeza adequada dos componentes.

Sistemas de Iluminação



- Privilegiar a iluminação natural;
- Desligar os sistemas de iluminação quando não estão a ser utilizados;
- Evitar ligar e desligar repetidamente as lâmpadas de descarga;
- Garantir a limpeza periódica das luminárias;
- Desobstruir as entradas de iluminação natural;
- Utilizar sensores de movimento /presença ou de luminosidade;
- Utilizar temporizadores;
- Substituir os sistemas existentes por outros mais eficientes.

Instalações Eléctricas



- Postos de Transformação:
 - Evitar o funcionamento dos transformadores perto da carga nominal, cargas excessivas ou muito baixas;
 - Assegurar uma ventilação adequada.
- Sistemas UPS:
 - Evitar o funcionamento em regimes de cargas excessivas ou muito baixas;
 - Garantir condições de temperatura e humidade adequadas.
- Compensação do factor de potência:
 - Caso se justifique, compensar individualmente o factor de potência.

Sistemas de AQS



- Garantir o isolamento térmico dos componentes;
- Verificar periodicamente tubagens, chuveiros e torneiras – detecção de fugas e outras anomalias;
- Privilegiar sistemas com grande espessura de isolamento e capacidade adequada às necessidades;
- Regular o termostato;
- Utilizar torneiras termostáticas e de monocomando.

Sistemas de AVAC



- Garantir o correcto modo de funcionamento dos sistemas;
- Substituição por sistemas mais eficientes;
- Não obstruir as unidades interiores;
- Respeitar as temperaturas de *setpoint*;
- Utilizar dispositivos automáticos para desligar os sistemas quando não necessários;
- Sensibilizar os utilizadores/ funcionários para desligar os sistemas quando não necessários;
- Manter os sensores de temperatura afastados de janelas e fontes de calor.

Equipamentos



- Adquirir equipamentos de elevada eficiência;
- Substituir computadores do tipo *desktop* por *laptop*;
- Substituir monitores CRT por monitores planos (LCD);
- Evitar consumos em *standby*;
- Garantir uma manutenção e limpeza adequadas.

Gestão de Energia



- Implementar um sistema de gestão de energia;
- Analisar os contratos de fornecimento de energia;
- Controlar a potência contratada e de ponta;
- Reduzir ao máximo o consumo de energia eléctrica em horas de ponta;
- Na instalação de novos equipamentos, garantir o equilíbrio de fases;
- No caso de instalações alimentadas a gás propano ou gasóleo, substituir por gás natural de rede;
- Realizar auditorias energéticas periodicamente;
- Acções de sensibilização dos funcionários.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] **Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013**, Diário da República, Lisboa, Abril de 2013.
- [2] DGEG - **Energia em Portugal**, DGEGE, Março de 2016.
- [3] Ferreira, João de Jesus - **Evolução do Sector Energético em Portugal - A Conservação de Energia**, DGE, Lisboa, Agosto de 1988.
- [4] Ferreira, João de Jesus - **Energia em Portugal. Questões da Estrutura da Economia** in Revista da Ordem dos Engenheiros, nº 55, Dezembro de 1991, p.p. 56-64.
- [5] Ferreira, João de Jesus - **Gestão de Energia e Eficiência Energética em Portugal**, Seminário Energia - Gestão- Inovação, Avignon, Maio de 1992.
- [6] Ferreira, João de Jesus; Ferreira, Tereza - **Economia e Gestão da Energia**. Texto Editora, Lisboa 1994, 156 p.
- [7] Chaves, Francisco; Simões, Diogo; Ferreira, João - **Contribuição das Tecnologias de Informação na Factura Eléctrica nas Organizações**, IST, Lisboa, Fevereiro.
- [8] IAPMEI; LNEG; ADENE - **Estratégia de Eficiência Energética em PME**, IAPMEI, Novembro de 2012.
- [9] CTCV - **Plano Sectorial de Melhoria da Eficiência Energética em PME: Sector da Cerâmica e do Vidro**, IAPMEI, Novembro de 2012.
- [10] APICER, CCTV - **Manual de Boas Práticas na Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis**.
- [11] Magueijo, Vitor; Fernandes, Maria Cristina; Matos, Henrique; Nunes, Clemente; Calau, João; Carneiro, Jorge; Oliveira, Fernando - **Medidas de Eficiência Energética Aplicáveis à Indústria Portuguesa: Um Enquadramento Tecnológico Sucinto**, ADENE, Julho de 2010.
- [12] ADENE, Agência para a Energia - <http://www.adene.pt>.
- [13] EDP, Energias de Portugal - <http://www.edp.pt>.
- [14] DGEG, Direcção Geral de Energia e Geologia - <http://www.dgeg.pt>.

7 LISTA DE ACRÓNIMOS

ADENE Agência para a Energia

APICER Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica

AQS Água Quente Sanitária

AT Alta Tensão

AVAC Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BTE Baixa Tensão Especial

BTN Baixa Tensão Normal

CTCV Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

DGEG Direcção Geral de Energia e Geologia

EDP Energias de Portugal

EP Energia Primária

ER Energia Renovável

ERSE Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ESE Empresas de Serviços Energéticos

GEE Gases com Efeito de estufa

IAPMEI Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação

LNEG Laboratório Nacional de Energia e Geologia

MT Média Tensão

PNAEE Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

PRI Período de Retorno do Investimento

PRS Período de Retorno Simples

PT Posto de Transformação

QE Quadro Eléctrico

QGBT Quadro Geral de Baixa Tensão

SGE Sistema de Gestão de Energia

T Transformador

URE Utilização Racional de Energia

VEV Variador Electrónico de Velocidade

ANEXOS

Anexo I – Períodos horários para Portugal Continental

Anexo II – Períodos horários para as Regiões Autónomas

Anexo III – Grandezas e Unidades Físicas

ANEXO I

Períodos horários para Portugal Continental

Tabela 1 – Ciclo Semanal Opcional para média tensão, média-alta tensão e alta tensão em Portugal Continental.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta	17:00/22:00 h	Ponta	14:00/17:00 h
Cheias	00:00/00:30 h	Cheias	00:00/00:30 h
	07:30/17:00 h		07:30/14:00 h
	22:00/24:00h		17:00/24:00h
Vazio Normal	00:30/02:00 h	Vazio Normal	00:30/02:00 h
	06:00/07:30 h		06:00/07:30 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h
Sábado		Sábado	
Cheias	10:30/12:30 h	Cheias	10:00/13:30 h
	17:30/22:30 h		19:30/23:00 h
Vazio Normal	00:00/03:00 h	Vazio Normal	00:00/03:30 h
	07:00/10:30 h		07:30/10:00 h
	12:30/17:30 h		13:30/19:30 h
	22:30/24:00 h		23:00/24:00 h
Super Vazio	03:00/07:00 h	Super Vazio	03:30/07:30 h
Domingo		Domingo	
Vazio Normal	00:00/04:00 h	Vazio Normal	00:00/04:00 h
	08:00/24:00 h		08:00/24:00 h
Super Vazio	04:00/08:00 h	Super Vazio	04:00/08:00 h

Tabela 2 – Ciclo Semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta	09:30/12:00 h	Ponta	09:15/12:15 h
	18:30/21:00 h		
Cheias	07:00/09:30 h	Cheias	07:00/09:15 h
	12:00/18:30 h		12:15/24:00 h
	21:00/24:00 h		
Vazio Normal	00:00/02:00 h	Vazio Normal	00:00/02:00 h
	06:00/07:00 h		06:00/07:00 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h
Sábado		Sábado	
Cheias	09:30/13:00 h	Cheias	09:00/14:00 h
	18:30/22:00 h		20:00/22:00 h
Vazio Normal	00:00/02:00 h	Vazio Normal	00:00/02:00 h
	06:00/09:30 h		06:00/09:00 h
	13:00/18:30 h		14:00/20:00 h
	22:00/24:00 h		22:00/24:00 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h
Domingo		Domingo	
Vazio Normal	00:00/02:00 h	Vazio Normal	00:00/02:00 h
	06:00/24:00 h		06:00/24:00 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h

Tabela 3 - Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal Continental.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta	09:00/10:30 h	Ponta	10:30/13:00 h
	18:00/20:30 h		19:30/21:00 h
Cheias	08:00/09:00 h	Cheias	08:00/10:30 h
	10:30/18:00 h		13:00/19:30 h
	20:30/22:00 h		21:00/22:00 h
Vazio Normal	06:00/08:00 h	Vazio Normal	06:00/08:00 h
	22:00/02:00 h		22:00/02:00 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h

ANEXO II

Períodos horários para as Regiões Autónomas

Tabela 1 – Ciclo diário opcional para fornecimentos em média tensão, alta tensão e baixa tensão especial na Região Autónoma da Madeira.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta	18:00/22:00 h	Ponta	10:30/13:00 h
			20:30/22:00 h
Cheias	09:00/18:00 h	Cheias	09:00/10:30 h
	22:00/23:00 h		13:00/20:30 h
			22:00/23:00 h
Vazio Normal	06:00/09:00 h	Vazio Normal	06:00/09:00 h
	23:00/02:00 h		23:00/02:00 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h

Tabela 2 – Ciclo diário para todos os fornecimentos na Região Autónoma da Madeira.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta	10:30/12:00 h	Ponta	10:30/13:00 h
	18:30/21:00 h		20:30/22:00 h
Cheias	09:00/10:30 h	Cheias	09:00/10:30 h
	12:00/18:30 h		13:00/20:30 h
	21:00/23:00 h		22:00/23:00 h
Vazio Normal	06:00/09:00 h	Vazio Normal	06:00/09:00 h
	23:00/02:00 h		23:00/02:00 h
Super Vazio	02:00/06:00 h	Super Vazio	02:00/06:00 h

Tabela 3 – Ciclo diário opcional para fornecimentos em média tensão e baixa tensão especial na Região Autónoma dos Açores.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta	17:00/21:00 h	Ponta	09:00/11:30 h
			19:30/21:00 h
Cheias	08:00/17:00 h	Cheias	08:00/09:00 h
	21:00/22:00 h		11:30/19:30 h
21:00/22:00 h			21:00/22:00 h
Vazio Normal	05:30/08:00 h	Vazio Normal	05:30/08:00 h
	22:00/01:30 h		22:00/01:30 h
Super Vazio	01:30/05:30 h	Super Vazio	01:30/05:30 h

Tabela 4 – Ciclo diário para todos os fornecimentos na Região Autónoma dos Açores.

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta	09:30/11:00 h	Ponta	09:00/11:30 h
	17:30/20:00 h		19:30/21:00 h
Cheias	08:00/09:30 h	Cheias	08:00/09:00 h
	11:00/17:30 h		11:30/19:30 h
	20:00/22:00 h		21:00/22:00 h
Vazio Normal	05:30/08:00 h	Vazio Normal	05:30/08:00 h
	22:00/01:30 h		22:00/01:30 h
Super Vazio	01:30/05:30 h	Super Vazio	01:30/05:30 h

ANEXO III Grandezas e Unidades Físicas

Tabela 1 – Unidades de medida para energia.

Trabalho, energia, quantidade de calor	J	kWh	kcal	Btu	CVh
1 J (Joule)	1	$2,778 \times 10^{-7}$	$2,388 \times 10^{-4}$	$9,478 \times 10^{-4}$	$3,777 \times 10^{-7}$
1 kWh (kilowatt hora)	$3,600 \times 10^6$	1	859,84	3412,14	1,35962
1 kcal (kilocaloria)	4186,8	$1,163 \times 10^{-3}$	1	3,96832	$1,581 \times 10^{-3}$
1 Btu (<i>British thermal unit</i>)	1055,06	$2,931 \times 10^{-4}$	$2,520 \times 10^{-1}$	1	$3,985 \times 10^{-4}$
1 CVh (cavalo vapor-hora)	$2,648 \times 10^6$	$7,355 \times 10^{-1}$	632,41	2509,62	1

Tabela 2 – Unidades de medida para potência.

Potência	W	kcal/s	Btu/s	CV
1 W (Watt)	1	$2,388 \times 10^{-4}$	$9,478 \times 10^{-4}$	$1,360 \times 10^{-3}$
1 kcal/s (kilocaloria por segundo)	4186,8	1	3,96832	5,692
1 Btu/s (<i>British thermal unit/sec</i>)	1055,05	$2,520 \times 10^{-1}$	1	1,4345
1 CV (cavalo vapor)	735,499	0,1757	0,69712	1