



MANUAL de BOAS PRÁTICAS na

Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis

1.	Introdução.....	3
1.1.	Preâmbulo.....	3
1.2.	Políticas Europeias.....	4
1.2.1.	O clima da UE e o pacote energético.....	4
1.2.2.	Plano de Acção para a Eficiência Energética (2007 - 2012).....	5
1.2.3.	Livro Verde: estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura.....	6
1.2.4.	Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis.....	8
1.3.	Políticas Nacionais.....	9
1.3.1.	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015.....	9
1.3.2.	Estratégia Nacional para a Energia - ENE2020.....	13
1.4.	Principais Diplomas em Vigor.....	16
1.4.1.	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)....	16
1.4.2.	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE).....	17
2.	Subsectores da Indústria Cerâmica em Portugal.....	18
2.1.	Cerâmica de Construção - Estrutural.....	19
2.1.1.	Tijolo e Abobadilha.....	19
2.1.2.	Telha e Acessórios de Telhado.....	22
2.2.	Cerâmica de Construção - Acabamentos.....	25
2.2.1.	Pavimento e Revestimento.....	25
2.2.2.	Louça Sanitária.....	28
2.3.	Louça Utilitária e Decorativa.....	32
2.4.	Cerâmica Técnica.....	36
3.	Principais consumidores de energia.....	39
3.1.	Equipamentos e Processos.....	39
3.1.1.	Atomização.....	39
3.1.2.	Secagem.....	42
3.1.3.	Cozedura.....	46
4.	Diagnósticos Energéticos.....	48
4.1.	Metodologia.....	48
4.2.	Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis.....	50
4.2.1.	Contabilização Energética e Boas Práticas na Utilização de Energia 51	
4.2.2.	Energia Reactiva.....	54
4.2.3.	Motores Eléctricos.....	55
4.2.4.	Iluminação.....	59
4.2.5.	Ar Comprimido.....	61
4.2.6.	Caldeiras.....	62
4.2.7.	Fornos de cozedura, fornos de secagem e fornos cerâmicos.....	63
4.2.8.	Recuperação de calor.....	64
4.2.9.	Recuperação de calor em condensados.....	66
4.2.10.	Cogeração.....	67
4.2.11.	Produção de água quente e vapor por energia solar.....	70
4.2.12.	Parede Solar para Aquecimento de Ar.....	71
4.2.13.	Produção de electricidade por energia solar.....	73
4.2.14.	Iluminação Solar.....	73
4.2.15.	Biomassa.....	75
5.	Resultados Práticos - Fichas Técnicas.....	77

5.1.	Medidas de Eficiência Energética	77
5.1.1.	Substituição da Iluminação Existente por um Sistema Mais Eficiente	77
5.1.2.	Instalação de Variadores Electrónicos de Velocidade.....	80
5.1.3.	Instalação de Isolamento em Conduitas	84
5.1.4.	Recuperação de Calor	87
5.1.5.	Ar Comprimido	90
5.1.6.	Energia Reactiva	94
5.1.7.	Cogeração.....	95
5.1.8.	Cogeração.....	96
5.2.	Integração de Energias Renováveis na Indústria	98
5.2.1.	Solar Térmica	98
5.2.2.	Solar Fotovoltaica	101
6.	Considerações Finais	104
6.1.	Conclusões Específicas.....	104
6.2.	Conclusões Gerais	108
6.3.	Leituras Complementares	111
7.	Bibliografia.....	112
8.	Glossário.....	114

1. Introdução

1.1. Preâmbulo

Portugal é um país com escassos recursos energéticos próprios, nomeadamente, aqueles que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o petróleo, o carvão e o gás).

A energia usada em Portugal, originária em mais de 80 % das fontes primárias de origem fóssil, sofreu e continuará a sofrer nos próximos anos, aumentos consideráveis no seu preço, influenciando fortemente a gestão das PME.

A indústria cerâmica é um sector de consumos intensivos de energia, isto é, consome recursos energéticos em grande quantidade, para processar os produtos que manufactura, representando estes mais de 30 % dos custos industriais, daí a sua dependência do custo da energia.

Assim torna-se imperativo reduzir os consumos e diversificar as fontes energéticas, nomeadamente através do uso de energias provenientes de fontes renováveis. A utilização racional de energia é uma forma de reduzir custos nos consumos energéticos, mantendo os mesmos níveis de produção. Do mesmo modo a produção de energia localmente, recorrendo a fontes renováveis poderá permitir a redução das facturas energéticas e a redução das perdas de energia em transporte.

Este manual tem como objectivo apresentar um conjunto de orientações práticas para a redução dos consumos energéticos, bem como dar cumprimentos às exigências regulamentares, nomeadamente o SGCIE - Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia.

O presente documento pretende ser um guia para técnicos e gestores da indústria cerâmica, interessados no desenvolvimento da utilização racional de energia e para a utilização de energias renováveis nas suas empresas.

No sentido de apontar o melhor caminho em direcção às melhores técnicas disponíveis para a utilização de energia, o Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV) aliou a sua experiência prática de 23 anos em auditorias energéticas a uma análise de sensibilidade às principais evoluções do sector cerâmico, tendo recorrido a diagnósticos energéticos no sentido de avaliar, na prática, o impacto das medidas de eficiência energética e a produção de energias por fontes renováveis.

No capítulo 5 deste documento são apresentados exemplos práticos e quantificados em termos de investimento, economia de energia e do período de amortização das medidas de utilização racional de energia e do aproveitamento de energia de fontes renováveis.

1.2. Políticas Europeias

1.2.1. O clima da UE e o pacote energético

Em Março de 2007 os líderes da UE aprovaram uma **abordagem integrada da política climática e energética** que visa **combater as alterações climáticas e aumentar a segurança energética** da União Europeia, reforçando simultaneamente a sua competitividade. Comprometeram-se a transformar a Europa numa sociedade de alta eficiência energética e baixa economia do carbono. Para dar início a esse processo, os Chefes de Estado e de Governo definiram uma série de exigências climáticas e energéticas, conhecidas como **objectivos "20-20-20"**, a serem cumpridas até 2020. São elas:

- **A redução das emissões de gás com efeito de estufa da UE, pelo menos, 20% abaixo dos níveis de 1990;**
- **20% do consumo energético da UE ser proveniente de fontes renováveis;**
- **Uma redução de 20% no consumo de energia primária em comparação com os níveis previstos, a ser alcançado através da melhoria da eficiência energética.**

Os líderes da UE também se comprometeram em reduzir as emissões da UE em 30%, na condição de que outros países, grandes emissores do mundo desenvolvido e em desenvolvimento, se comprometam a cumprir a sua quota parte, no âmbito de um acordo climático global. COM (2008) 0019

1.2.2. Plano de Acção para a Eficiência Energética (2007 - 2012)

A Comissão adoptou um plano de acção cujo objectivo é reduzir 20% do consumo de energia até 2020. O plano de acção inclui medidas que visam melhorar o rendimento energético dos produtos, dos edifícios e serviços, da produção e distribuição de energia, reduzir o impacto dos transportes no consumo energético, facilitar o financiamento e a realização de investimentos neste domínio, suscitar e reforçar um comportamento racional em matéria de consumo de energia e consolidar a acção internacional em matéria de eficiência energética.

Este plano de acção pretende mobilizar o grande público, assim como as instâncias políticas de decisão e os agentes do mercado e transformar o mercado interno da energia para que os cidadãos da União Europeia (UE) beneficiem de infra-estruturas (incluindo os edifícios), produtos (aparelhos e automóveis, por exemplo), métodos e serviços energéticos que lhes ofereçam a **maior eficiência energética** a nível mundial.

O objectivo do plano de acção é controlar e **reduzir a procura de energia**, incidindo no consumo e no abastecimento, a fim de se **obter até 2020 uma poupança de 20%** no que respeita ao consumo anual de energia primária (comparativamente às previsões de consumo de energia para 2020). Este objectivo corresponde a uma poupança de cerca de 1,5% por ano até 2020.

1.2.3. Livro Verde: estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura

Com este Livro Verde, a Comissão deseja tornar realidade uma verdadeira política energética europeia face aos numerosos desafios em termos de aprovisionamento e de efeitos sobre o crescimento e o ambiente na Europa. A União Europeia (UE) deve actuar de forma rápida e eficiente em seis domínios prioritários para se dotar de uma energia segura, competitiva e sustentável. O mercado interno, a eficiência energética, a investigação e a política externa devem contribuir para o desenvolvimento de uma Europa da energia forte num contexto internacional

O Livro Verde sobre a energia é uma etapa importante no desenvolvimento de uma política energética da União Europeia (UE). Para atingir os seus objectivos económicos, sociais e ambientais, a Europa deve fazer face a desafios consideráveis em matéria de energia: dependência crescente das importações, volatilidade do preço dos hidrocarbonetos, alterações climáticas, aumento da procura e entraves ao mercado interno da energia. Enquanto segundo mercado mundial da energia, a UE pode tirar partido do seu primeiro lugar mundial no domínio da gestão da procura e da promoção das fontes de energia renováveis.

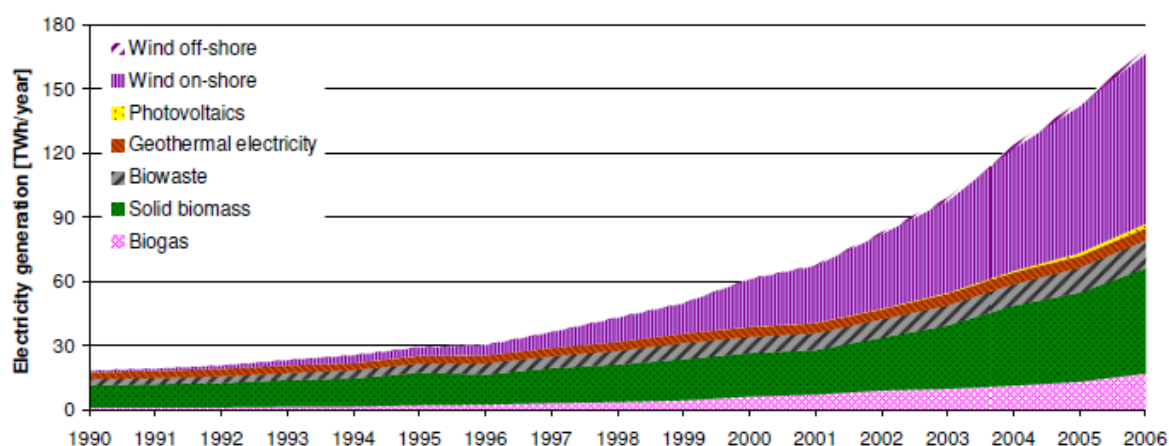


Figura 1 – Histórico do desenvolvimento do *mix* energético Europeu de energias renováveis entre 1990 e 2006 [Renewable Energy Country Profiles, 2008]

A Comissão convida os Estados-Membros a envidar todos os esforços para criar uma política energética europeia em torno de três grandes objectivos:

- A **sustentabilidade**, para lutar activamente contra as alterações climáticas promovendo as fontes de energia renováveis e a eficiência energética.
- A **competitividade**, para melhorar a eficácia da rede europeia através da realização do mercado interno da energia.
- A **segurança do aprovisionamento**, para melhor coordenar a oferta e a procura energéticas dentro da UE num contexto internacional.

O Livro Verde contém seis domínios de acção prioritários para os quais a Comissão propõe medidas concretas a fim de pôr em prática uma política energética europeia.

- A energia para o crescimento e o emprego: realizar o mercado interno da energia;
- Segurança do aprovisionamento: a solidariedade entre Estados-Membros;
- Para um cabaz energético mais sustentável, eficiente e diversificado;
- A UE na primeira linha na luta contra as alterações climáticas;
- A investigação e a inovação ao serviço da política energética europeia;
- Para uma política externa coerente em matéria de energia.

Desde a realização do mercado interno até uma política externa comum em matéria de energia, estas seis vias devem permitir à Europa dotar-se de uma energia segura, competitiva e sustentável para os próximos decénios.

1.2.4. Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis

Esta directiva estabelece um quadro comum para a utilização da energia proveniente de fontes renováveis, a fim de limitar as emissões de gases de efeito estufa e promover a limpeza dos transportes. Para este efeito, os planos de acção nacionais são definidas, assim como procedimentos para a utilização dos biocombustíveis.

Esta directiva estabelece um quadro comum para a produção e promoção de energia proveniente de fontes renováveis.

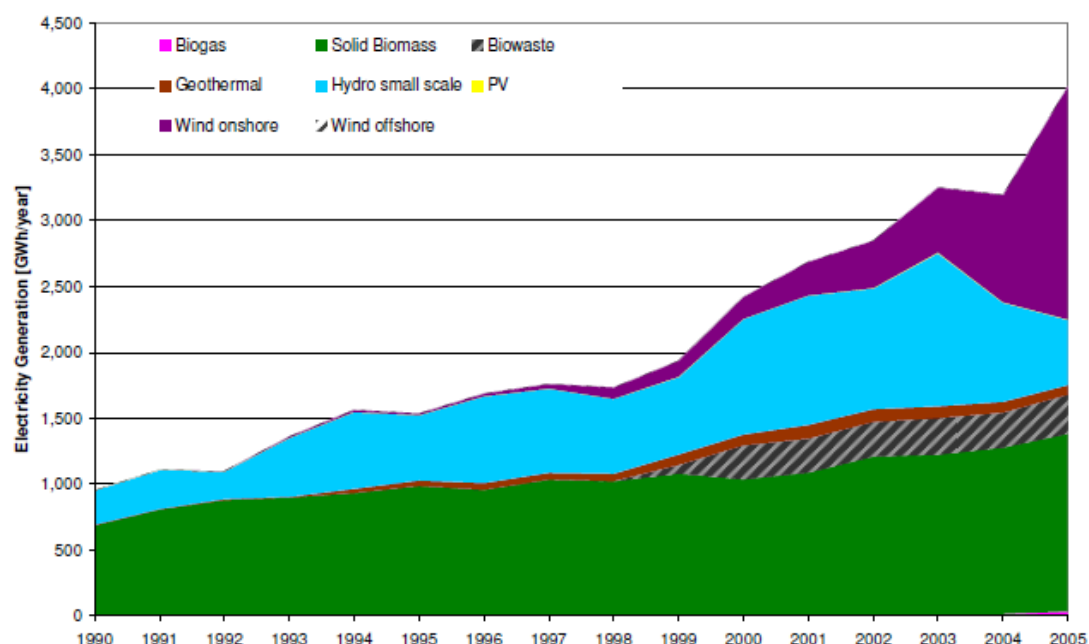


Figura 2 – Histórico do desenvolvimento do *mix* energético Português de energias renováveis entre 1990 e 2005, excluindo grandes barragens [Renewable Energy Country Profiles, 2008]

- **Metas e medidas nacionais**

Cada Estado-membro tem um alvo calculado de acordo com a quota de energia proveniente de fontes renováveis no seu consumo bruto final de 2020. Além disso, a quota de energia proveniente de fontes renováveis no sector dos transportes deve ser de pelo menos 10% do consumo final de energia no sector até 2020.

- **Acção nacionais de energia renováveis**

Os Estados-Membros devem estabelecer planos de acção nacionais que fixem a quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida nos transportes, bem como na produção de electricidade e aquecimento, para 2020.

- **Cooperação entre os Estados-Membros**

Os Estados-Membros podem "trocar" quantidades de energia provenientes de fontes renováveis através de transferência estatística, e criar projectos conjuntos em matéria de produção de electricidade e calor a partir de fontes renováveis.

- **Garantia de origem**

Cada Estado-Membro deve ser capaz de garantir a origem da electricidade, aquecimento e refrigeração produzidos a partir de fontes renováveis de energia.

- **Acesso e operação das redes**

Os Estados-Membros devem criar as necessárias infra-estruturas de energia proveniente de fontes renováveis no sector dos transportes.

- **Biocombustíveis e biolíquidos**

A directiva tem em conta a energia dos biocombustíveis e outros biolíquidos. Este último deverá contribuir para uma redução de pelo menos 35% das emissões de gases com efeito de estufa a fim de ser tidos em conta. De 1 de Janeiro de 2017, a sua participação na redução de emissões deve ser aumentada para 50%.

1.3. Políticas Nacionais

1.3.1. Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015

O Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015 (PNAEE), é um plano de acção agregador de um conjunto de programas e

medidas de eficiência energética, num horizonte temporal que se estende até ao ano de 2015. [Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008]

O plano é orientado para a gestão da procura energética, conforme o âmbito do documento que lhe dá enquadramento, a Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril de 2006, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estando em articulação com o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 119/2004, de 31 de Julho, revisto pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto, e o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro.

A referida Directiva estabelece como objectivo obter uma economia anual de energia de 1 % até ao ano de 2016, tomando como base a média de consumos de energia final, registados no quinquénio 2001 -2005 (aproximadamente 18.347 tep).

O PNAEE abrange quatro áreas específicas, objecto de orientações de cariz predominantemente tecnológico:

- Transportes;
- Residencial e Serviços;
- Indústria;
- Estado.

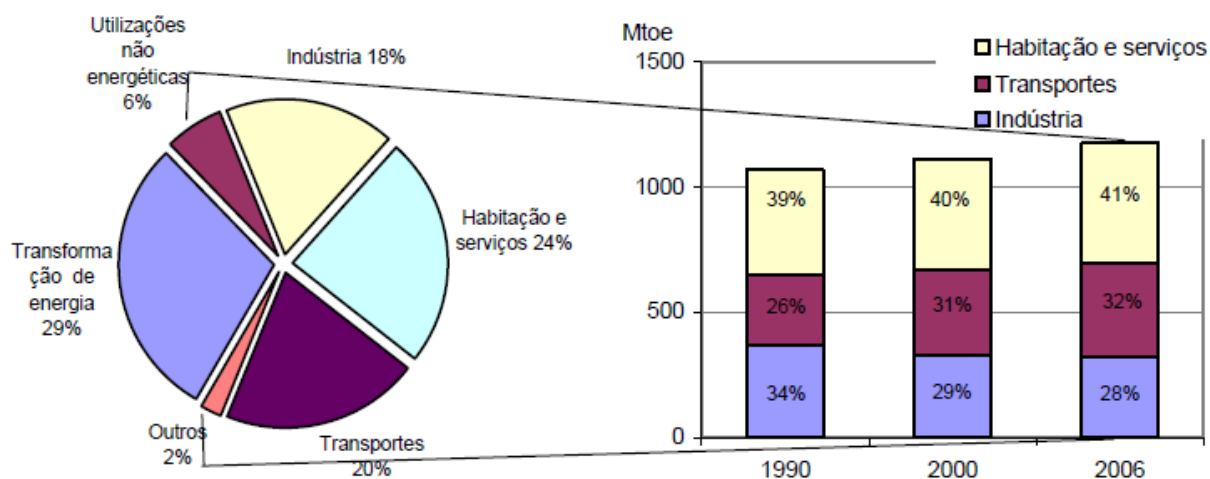


Figura 3 – Estimativa do consumo bruto de energia e desenvolvimento do consumo de energia final, por sector, em 2006 [Comissão Europeia, Com (2008) 772 final]

Adicionalmente, estabelece três áreas transversais de actuação – Comportamentos, Fiscalidade, Incentivos e Financiamentos – sobre as quais incidiram análises e orientações complementares.



Figura 4 – Resumo esquemático dos programas do PNAEE (ADENE/IST)

Cada uma das áreas referidas agrega um conjunto de programas, que integram de uma forma coerente um vasto leque de medidas de eficiência energética, orientadas para a procura energética.

A área Indústria é abrangida por um programa designado por Sistema de Eficiência Energética na Indústria, que inclui a substituição do Regulamento de Gestão de Consumo de Energia (Decreto -Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro) por um novo regulamento, denominado **Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)**, destacando-se algumas medidas transversais no sector industrial, dirigidas a quatro grupos tecnológicos, motores eléctricos, produção de calor e frio, iluminação e outras medidas para a eficiência no processo industrial.

O sector Industrial apresenta, na presente década, uma redução da taxa de crescimento, em contra ciclo com os crescimentos médios verificados no final dos anos noventa onde chegou a registar crescimentos superiores a quatro pontos percentuais ao ano.

- **Variação da intensidade energética**

A intensidade energética, indicador por excelência da eficiência energética da economia, por permitir colocar no mesmo plano o desenvolvimento económico e os consumos energéticos que lhe dão suporte, permite verificar algumas melhorias de desempenho nos últimos anos, que importa consolidar e acelerar.

A intensidade energética em Portugal era em 1997 de 138 tep por milhão de euros de PIB, isto é, para produzir um milhão de euros de PIB era necessário de incorporar mais 11 toneladas de equivalente de petróleo do que a média dos nossos parceiros europeus.

A intensidade energética cresceu até 2005 para as 148 unidades, enquanto na Europa este indicador melhorou substancialmente durante o mesmo período, passando de 127 para 120 tep/milhão PIB, aumentando, desta forma, o desvio existente para mais do dobro.

Os anos de 2006-2007 permitiram registar as primeiras reduções deste indicador, em muitos anos, permitindo uma aparente convergência europeia, que certamente se tem de consolidar e acelerar nos próximos anos, para reduzir e anular este diferencial, que, no limite, se traduz numa menor produtividade e competitividade económica.

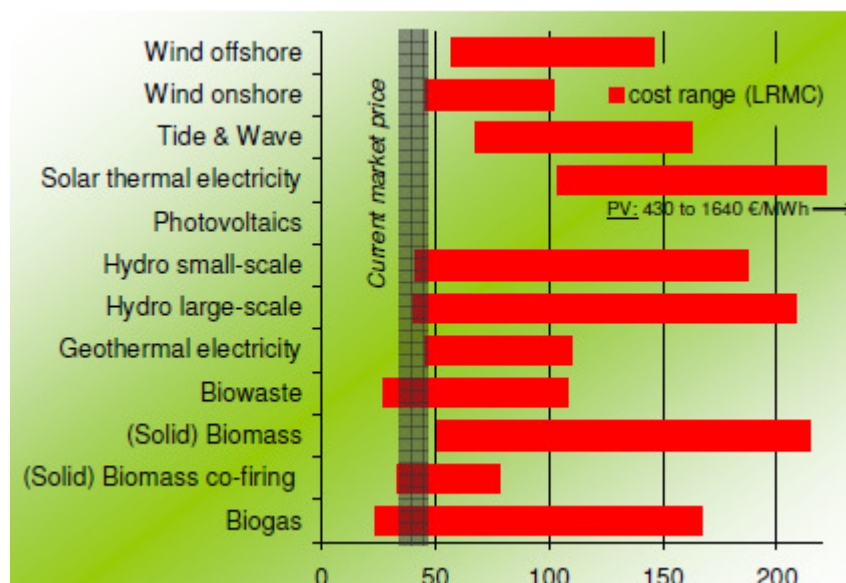


Figura 5 – Custos de geração de energia para as diferentes tecnologias de energias renováveis [€/MWh]

1.3.2. Estratégia Nacional para a Energia - ENE2020

O governo estabelece uma Estratégia Nacional para a Energia com o horizonte de 2020 (ENE 2020) que tem como principais objectivos:

- i) **Reduzir a dependência energética** do País face ao exterior para 74 % em 2020, produzindo, nesta data, a partir de recursos endógenos, o equivalente a 60 milhões de barris anuais de petróleo, com vista à progressiva independência do País face aos combustíveis fósseis;
- ii) **Garantir o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal no contexto das políticas europeias de combate às alterações climáticas**, permitindo que em 2020 60 % da electricidade produzida e 31 % do consumo de energia final tenham origem em fontes renováveis e uma redução do 20 % do consumo de energia final nos termos do Pacote Energia-Clima 20-20-20;
- iii) **Reduzir em 25 % o saldo importador energético** com a energia produzida a partir de fontes endógenas gerando uma redução de importações de 2000 milhões de euros;

iv) Criar riqueza e consolidar um cluster energético no sector das energias renováveis em Portugal, assegurando em 2020 um valor acrescentado bruto de 3800 milhões de euros e criando mais 100 000 postos de trabalho a acrescer aos 35 000 já existentes no sector e que serão consolidados.

Dos 135 000 postos de trabalho do sector, 45 000 serão directos e 90 000 indirectos. O impacto no PIB passará de 0,8 % para 1,7 % até 2020;

v) Desenvolver um cluster industrial associado à promoção da eficiência energética assegurando a criação de 21 000 postos de trabalho anuais, gerando um investimento previsível de 13 000 milhões de euros até 2020 e proporcionando exportações equivalentes a 400 milhões de euros;

vi) Promover o desenvolvimento sustentável criando condições para o cumprimento das metas de redução de emissões assumidas por Portugal no quadro europeu.

A ENE 2020 está de acordo com as necessidades de sustentabilidade das finanças públicas e de crescimento sustentado. Assim, assenta sobre cinco eixos principais que nela se desenvolvem e detalham, traduzindo uma visão, um conjunto focado de prioridades e um enunciado de medidas que as permitem concretizar.

Eixos		
1	Agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira	A ENE 2020 constitui uma agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do País.
2	Aposta nas energias renováveis	Uma aposta nas energias e nas fontes renováveis de forma a obter delas 31% de toda a energia e 60% da electricidade consumida em Portugal em 2020.
3	Promoção da eficiência energética	Promoção da Eficiência Energética consolidando o objectivo de redução de consumo de energia final em 10% até 2015 e 20% em 2020.
4	Garantia da segurança de abastecimento	Assegurar a garantia da segurança de abastecimento através da diversificação do "mix" energético, quer no que diz respeito às fontes quer às origens do abastecimento.
5	Sustentabilidade da estratégia energética	Sustentabilidade económica e ambiental, promovendo a redução de emissões e a gestão equilibrada dos custos e dos benefícios da sua implementação.



1.4. Principais Diplomas em Vigor

1.4.1. Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)

A seguinte descrição do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia foi retirado do site da ADENE - Agência para a Energia [www.adene.pt/SGCIE]:

“No âmbito da Estratégia Nacional para a Energia, foi publicado o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, que regulamenta o SGCIE - Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia. Este Sistema aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos superiores a 500 tep/ano, resultando da revisão do RGCE - Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia, uma das medidas constantes do PNAEE - Plano Nacional de Acção em Eficiência Energética.

Este diploma, para além de estabelecer um regime diversificado e administrativamente mais simplificado para as empresas que já estão vinculadas a compromissos de redução de emissões de gases de efeito de estufa no quadro do Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), define quais as instalações consideradas Consumidoras Intensivas de Energia (CIE), alargando o âmbito de aplicação do anterior Regulamento (RGCE) a um maior número de empresas e instalações, com vista ao aumento da sua eficiência energética.

O SGCIE prevê que as instalações CIE realizem, periodicamente, auditorias energéticas que incidam sobre as condições de utilização de energia e promovam o aumento da eficiência energética, incluindo a utilização de fontes de energia renováveis. Prevê, ainda, que se elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia, estabelecendo acordos de racionalização desses consumos com a DGEG que, contemplem objectivos mínimos de eficiência energética, associando ao seu cumprimento a obtenção de incentivos pelos operadores (entidades que exploram instalações CIE).“

1.4.2. Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE)

O Decreto -Lei n.º 233/2004, de 14 de Dezembro, estabeleceu o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade Europeia. No quadro deste regime, foi definido o montante de licenças de emissão a atribuir a cada instalação existente para o período de mercado a vigorar entre 2008 -2012.

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNALE), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto, estabeleceu para o sector da indústria:

- A alteração do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) sobre os combustíveis industriais estabelecendo um mecanismo de incentivo à redução de gases de efeito estufa.
- Os operadores das instalações integradas no sistema CELE não têm quaisquer obrigações legais em termos de cumprimento do Decreto-Lei 71/2008 (SGCIE).
- No âmbito do PNALE, é concedida a isenção do ISP para os combustíveis como o carvão, coque de petróleo, fuelóleo e o GPL, aos operadores de instalações industriais, abrangidos pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE).
- Embora estes operadores das instalações industriais não estejam abrangidos pelo SGCIE podem no entanto, voluntariamente celebrar acordos voluntários com a DGEG para dar cumprimento ao Decreto-Lei 71/2008 passando a ter acesso a todos os incentivos e benefícios adicionais que estão atribuídos aos operadores abrangidos pelo SGCIE.

2. Subsectores da Indústria Cerâmica em Portugal

Neste capítulo serão descritos os processos de fabrico mais utilizados pelos diferentes subsectores da indústria cerâmica. Esta indústria engloba um grande leque de produtos e de processos produtivos. Como consequência, os subsectores apresentam diferenças substanciais entre si, tanto a nível tecnológico como de necessidades energéticas.

A sua classificação, quanto ao tipo de produto final, é tradicionalmente apresentada como se ilustra na Figura 6:

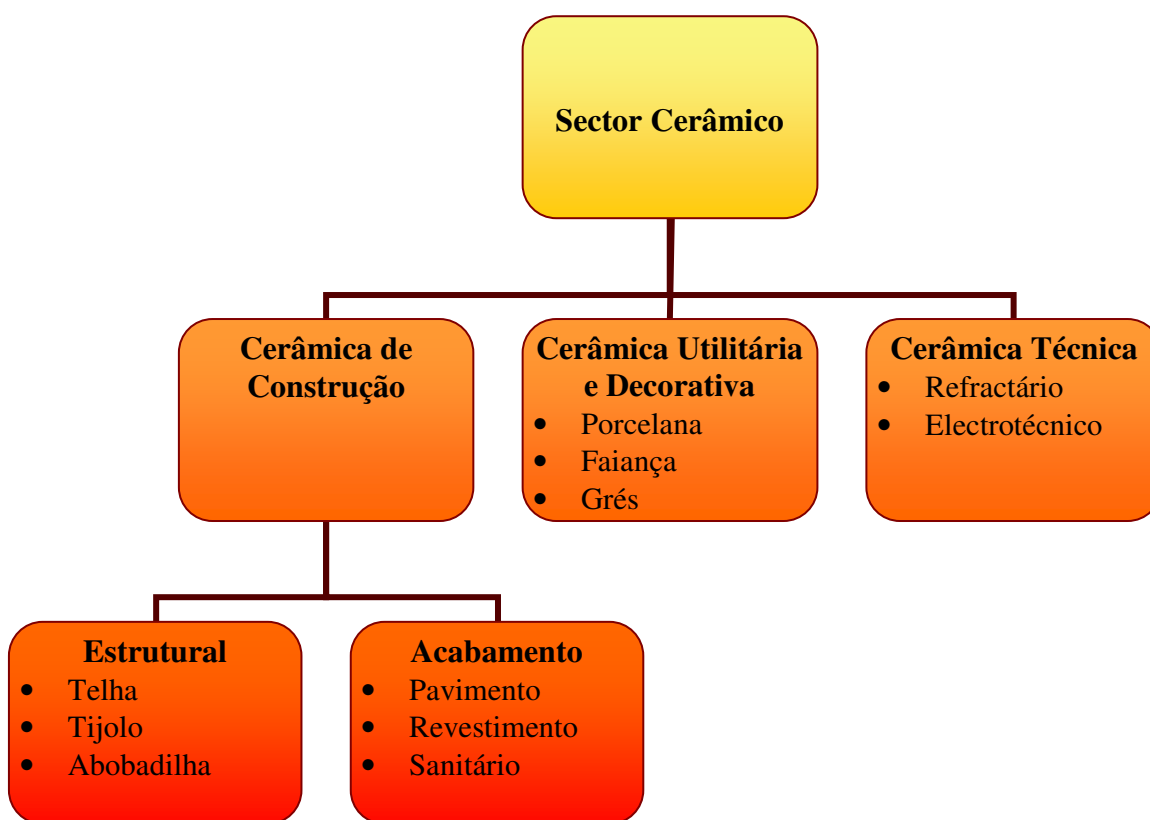
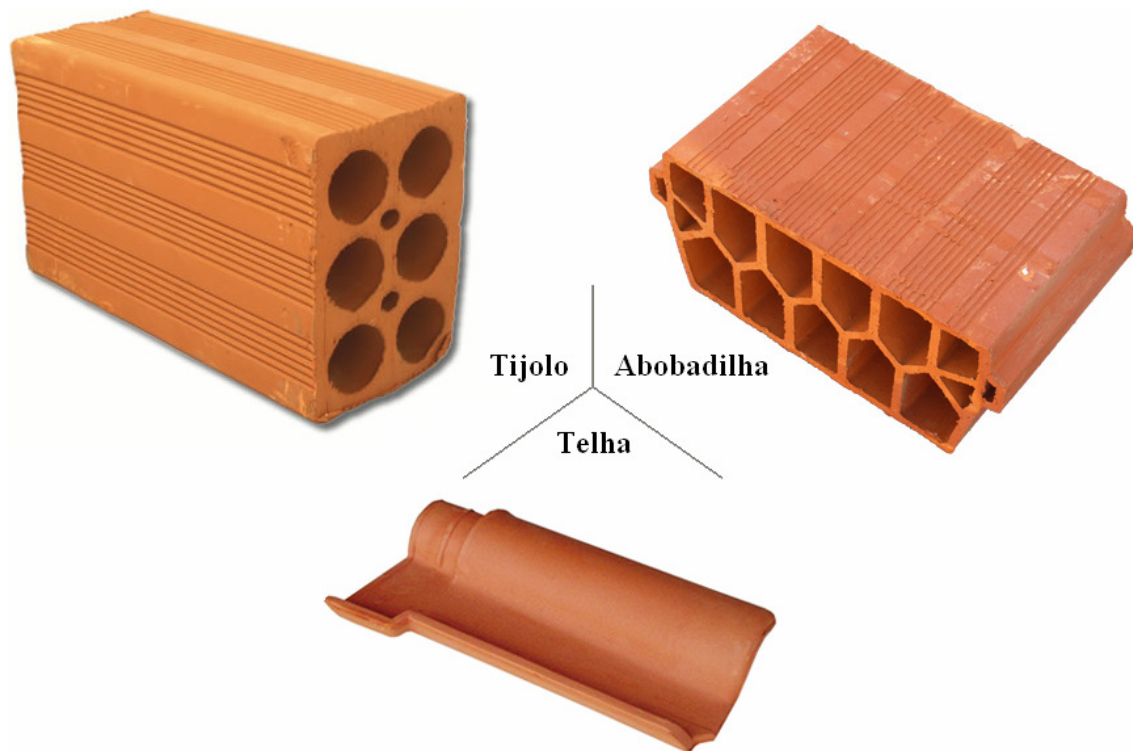


Figura 6 – Classificação do sector cerâmico

2.1. Cerâmica de Construção - Estrutural

Neste subsector englobam-se todos os elementos cerâmicos utilizados na construção de estruturas de edifícios. São estes:



2.1.1. Tijolo e Abobadilha

Apesar de o tijolo e a abobadilha terem fins bastante distintos, os seus processos de fabrico são muito semelhantes. A sequência do fabrico é a seguinte:

Extracção de argilas

As argilas são extraídas de barreiros, normalmente situados nas imediações das fábricas, por máquinas escavadoras e formados lotes com composição adequada. Durante a fase de armazenamento estão sujeitas a um "apodrecimento", por exposição ao tempo, durante um período aproximado de seis meses a um ano.

Pré-preparação da pasta

A matéria-prima utilizada é introduzida na pré-preparação, por meio de uma pá carregadora, sendo depois destorroada, doseada, laminada e misturada. Posteriormente é colocada em stock, durante um período longo e humedecidas, se necessário, para estabilização.

Preparação da pasta

Nesta fase, o barro é novamente misturado e laminado seguindo para o alimentador da fieira.

Moldagem

Na fase de moldagem o barro é amassado, com adição de água. A moldagem dos produtos efectua-se por extrusão a vácuo, numa fieira. Nalguns casos adiciona-se vapor para facilitar a extrusão.

Secagem

A secagem dos produtos verdes, efectua-se em secadores do tipo contínuo, semi-contínuo ou de câmaras estáticas. Normalmente os secadores são alimentados com ar quente recuperado do forno. Alternativamente são alimentados com gases quentes produzidos num gerador de ar quente, ou numa fornalha.

Cozedura

Os produtos secos são então cozidos em fornos contínuos que são do tipo túnel com vagões. Esta é a fase de maior consumo de energia, pois os produtos necessitam de atingir temperaturas da ordem dos 800 – 900°C, segundo uma curva de temperaturas estabelecida, desde o aquecimento, patamar de cozedura e arrefecimento lento.

Escolha, embalagem e armazenagem

Por fim procede-se à armazenagem do material a escolher. Alternativamente pode não haver armazenagem e o material sai do forno sendo directamente encaminhado para a linha de escolha e embalagem.

Na Figura 7 é apresentado um diagrama esquemático com um exemplo do processo produtivo de tijolo e abobadilha.

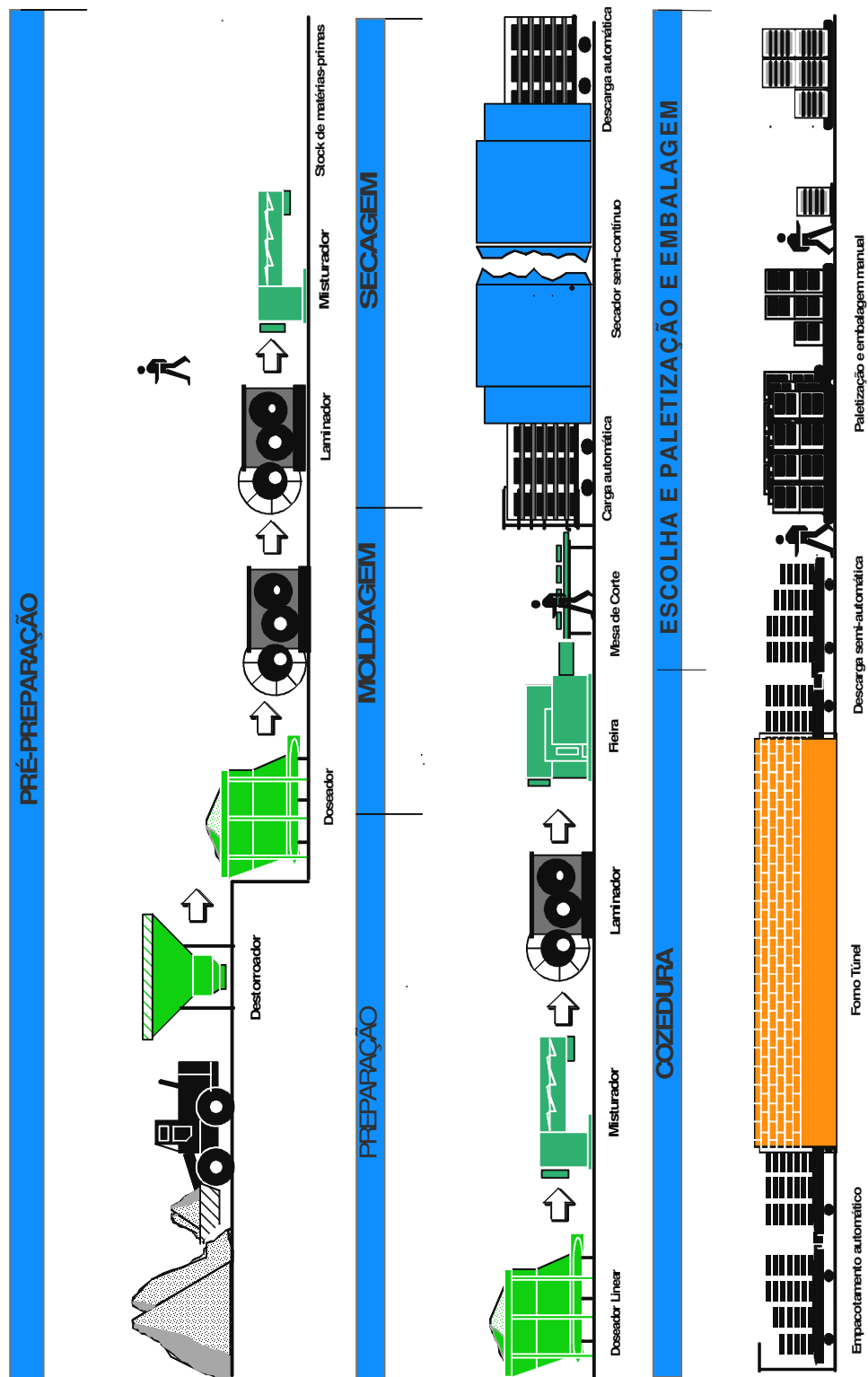


Figura 7 - Exemplo de diagrama esquemático do processo de produção de tijolo e abobadilha

2.1.2. Telha e Acessórios de Telhado

A produção de telha e de acessórios de telhado é em tudo semelhante, diferindo apenas não processo de conformação dos produtos. A telha é a peça básica que é montada na construção do telhado e os acessórios são as peças que o complementam (ex.: cantos, cumes, cruzetas, babadouros, beirados, passadeiras, ventiladores...). A sequência de produção é a seguinte:

Extracção de argilas

As argilas são extraídas de barreiros, normalmente situados nas imediações das fábricas, por máquinas escavadoras e formados lotes com composição adequada. Durante a fase de armazenamento estão sujeitas a um "apodrecimento", por exposição ao tempo, durante um período aproximado de seis meses a um ano.

Pré-preparação da pasta

A matéria-prima utilizada é introduzida na pré-preparação, por meio de uma pá carregadora, sendo depois destorroada, doseada, laminada e misturada. Posteriormente é colocada em stock durante um período longo e humedecidas, se necessário, para estabilização.

Preparação da pasta

Nesta fase, o barro é novamente misturado e laminado.

Moldagem

A moldagem dos produtos efectua-se por extrusão a vácuo, numa fieira de onde se obtém a “lastra”, que constitui uma pré-forma do produto final. Na extrusão é normalmente adicionado vapor para facilitar o processo de conformação. As telhas e os acessórios de telhado são moldados por prensagem em prensas automáticas.

Normalmente são usados moldes metálicos revestidos a borracha. Noutros casos são usados moldes de gesso para dar melhor acabamento superficial aos produtos. Este processo exige uma linha paralela de fabricação de moldes de gesso.

Secagem

A secagem dos produtos verdes, efectua-se em secadores do tipo contínuo, semi-contínuo ou de câmaras estáticas. Normalmente os secadores são alimentados com ar quente recuperado do forno. Alternativamente são alimentados com gases quentes produzidos num gerador de ar quente, ou numa fornalha.

Engobagem

Depois de seca, a telha pode ou não passar por uma linha de engobagem, onde são aplicados diversos tipos de vidro para obter efeitos decorativos no produto final.

Cozedura

Os produtos são então cozidos em fornos que podem ser do tipo contínuo em túnel com vagões, ou intermitentes (normalmente usados para os acessórios). Esta é a fase de maior consumo de energia, pois os produtos necessitam de atingir temperaturas da ordem dos 800 – 900°C, segundo uma curva de temperaturas estabelecida, desde o aquecimento, patamar de cozedura e arrefecimento lento. Nalgumas empresas é usado um sistema de suportes refractários em que as telhas são colocadas para evitar empenos.

Escolha, embalagem e armazenagem

Por fim procede-se à armazenagem do material a escolher. Alternativamente pode não haver armazenagem e o material sai do forno sendo directamente encaminhado para a linha de escolha e embalagem.

Na Figura 8 é apresentado um diagrama esquemático com um exemplo do processo produtivo de telha e acessórios de telhado.

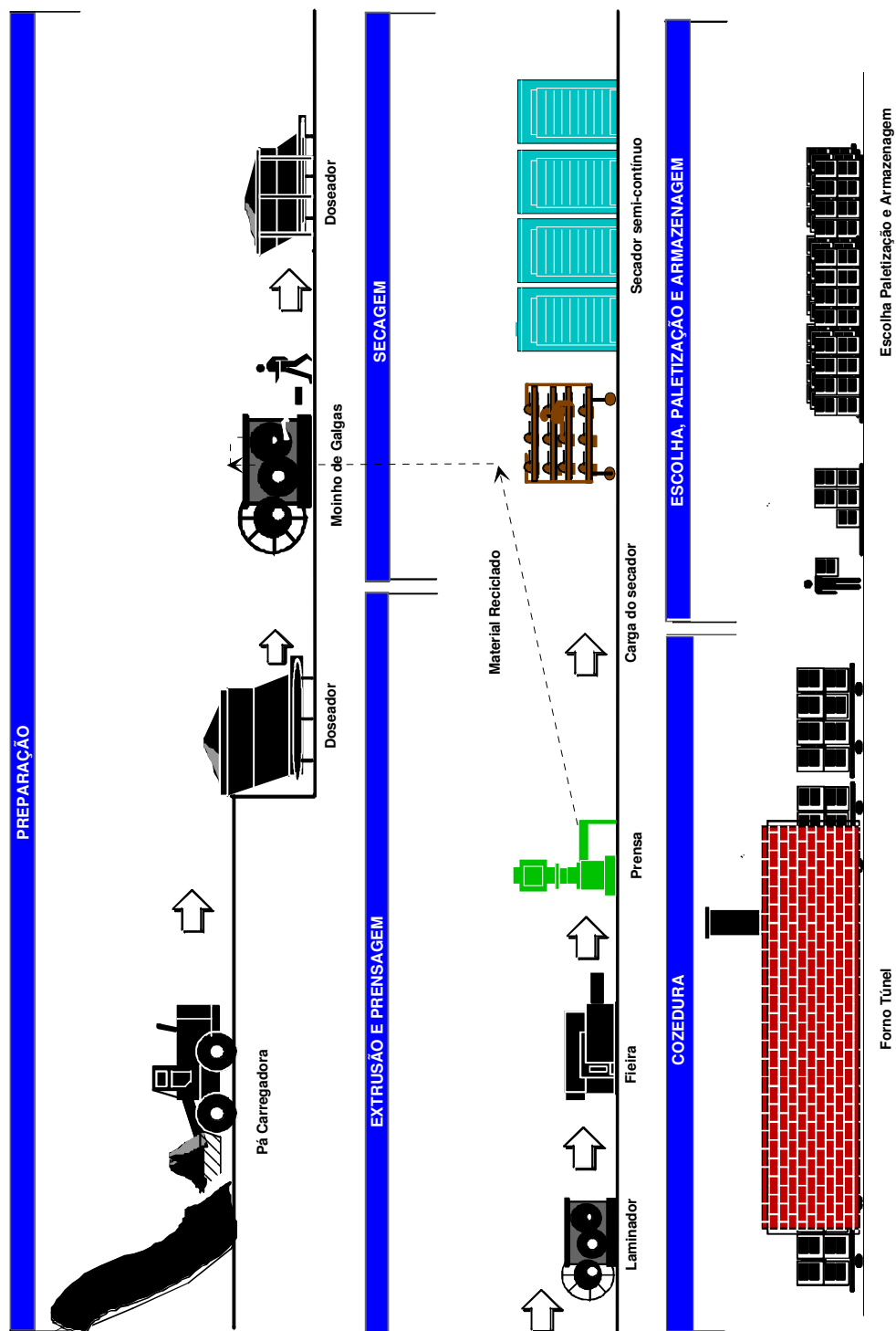


Figura 8 - Exemplo de diagrama esquemático do processo de produção de telha e acessórios de telhado

2.2. Cerâmica de Construção - Acabamentos

Neste subsector englobam-se todos os elementos cerâmicos utilizados em construção, na área dos acabamentos. São estes:



2.2.1. Pavimento e Revestimento

Os processos produtivos de pavimento e revestimento cerâmico são muito semelhantes entre si muito semelhante. Os pavimentos são normalmente menos porosos e mais resistentes, para revestir pavimentos e os revestimentos mais porosos e menos resistentes mas adequados para o revestimento de paredes. Muitas empresas subcontratam parte da produção como a preparação de pastas ou de vidros. A sequência de produção é a seguinte:

Preparação da pasta

Normalmente, as matérias-primas são transferidas de tulas para doseadores, por meio de uma pá carregadora, sendo seguidamente distribuídas separadamente por silos de armazenagem com sistema de pesagem incorporado. Depois de efectuada a pesagem automática das matérias-primas, a mistura é introduzida em tremonhas de pré-carga, uma por cada um dos moinhos. Nos moinhos procede-se, à moagem dos duros por via húmida, em moinhos cilíndricos com carga moente de bolas de alumina. As argilas são distribuídas por turbodiluidores. Após a moagem da pasta líquida e a diluição das argilas, é feita a mistura, sendo a pasta obtida descarregada em tanques de barbotina, de modo a sofrer a primeira peneira e filtragem. É então submetida à acção de agitadores de forma a ser mantida em suspensão. Seguidamente a barbotina é trasfegada para o tanque de alimentação do atomizador, sendo novamente peneirada, agora em malha mais fina.

Atomização

O fabrico do pó para a prensagem processa-se num atomizador alimentado por bombas hidráulicas de alta pressão. O gerador de gases quentes para a secagem é normalmente alimentado a gás natural. O pó atomizado retém cerca de 5 a 6 % de humidade e é armazenado em silos, que posteriormente alimentarão as linhas de produção.

Prensagem/secagem

Na prensagem utilizam-se prensas automáticas de alta pressão e controlo de velocidade variável. As peças são carregadas automaticamente nos secadores, associados a cada uma das prensas. Normalmente estes secadores são alimentados a gás natural.

Vidragem

Após a secagem as peças são encaminhadas para as linhas de vidragem por meio correias transportadoras.

As peças vidradas são posteriormente carregadas, sendo actualmente geridas por sistema logístico automatizado do tipo *LGV (laser guided vehicle)* ou *AGV (automated guided vehicle)*.

Cozedura

A cozedura processa-se em fornos de rolos que apresentam baixa inércia térmica relativamente aos fornos túnel com vagões. O ciclo de cozedura é bastante variável e

pode oscilar entre os 30 e os 60 minutos, em função do tipo de material a cozer e do formato. Podem estar instalados pré-fornos onde o material é pré-aquecido com ar recuperado da zona de arrefecimento do forno. Este é o processo que consome mais energia, podendo atingir os 1000 a 1200°C.

Corte/Rectificação

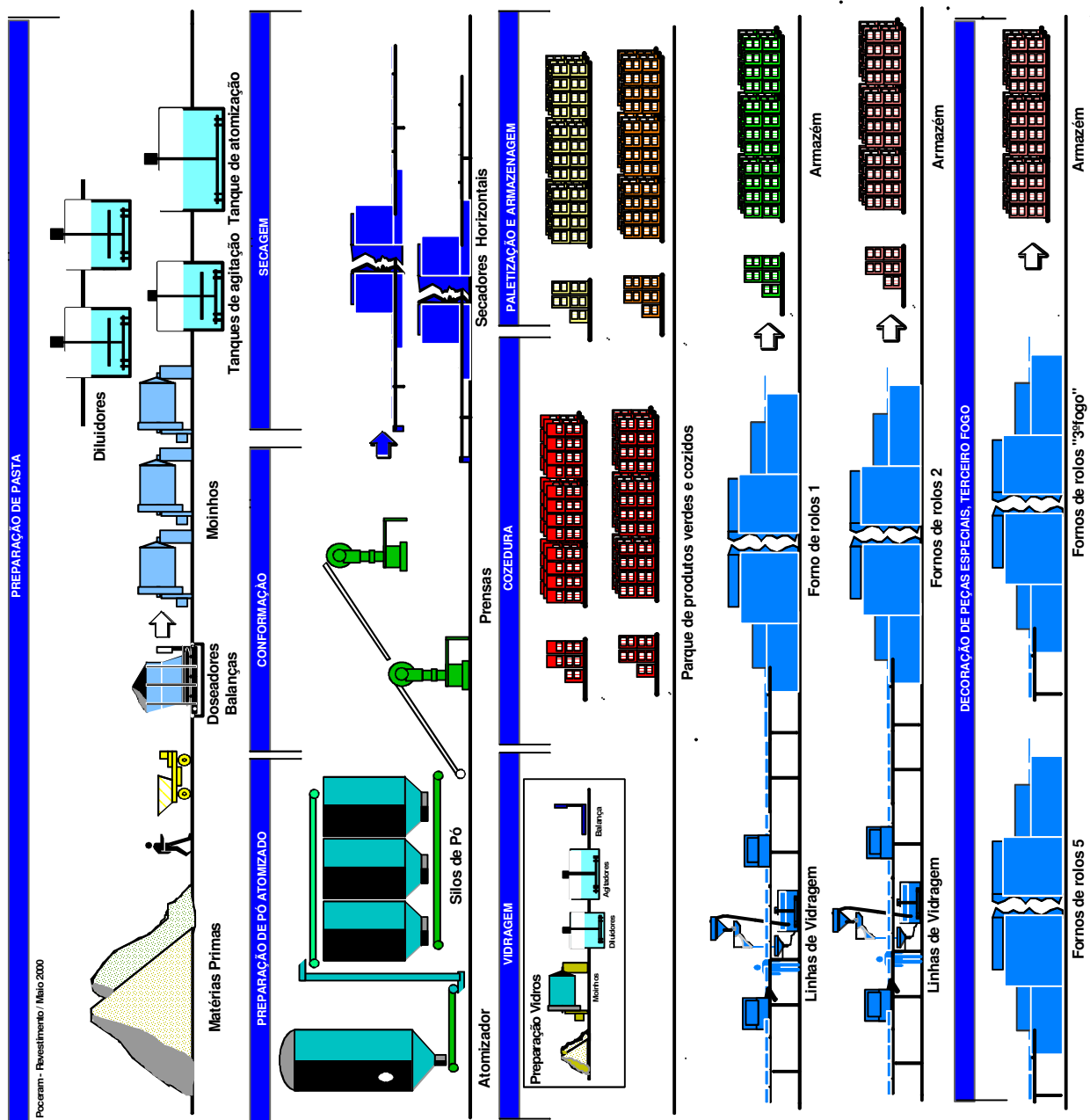
Nas linhas rectificação efectuam-se operações de ajuste, corte e secagem.

Escolha, embalagem e armazenagem

A descarga do produto cozido é, normalmente, feita também com recurso aos sistemas logísticos automatizados *LGV* ou *AGV*. Estes sistemas integram diversos veículos de transporte, responsáveis pela gestão de todo o parque de material seco e cozido de forma a optimizar o espaço disponível.

A escolha é manual e a embalagem é automática, feita por paletizadores.

Na Figura 9 é apresentado um diagrama esquemático com um exemplo do processo produtivo de pavimento e revestimento.



2.2.2. Louça Sanitária

primas são transferidas para tremonhas (silos) com o auxílio de uma máquina carregadora, a partir das quais se procede ao seu doseamento por pesagem. A preparação dos "inertes" é feita em moinhos cilíndricos rotativos com carga moente de bolas de alumina enquanto, paralelamente, as matérias-primas plásticas são preparadas em turbodiluidores. A dosagem das diversas matérias-primas é efectuada em contínuo e com pesagem automática.

Após a sua preparação, os "inertes" e "plásticos" introduzem-se em tanques distintos. Posteriormente estes dois componentes são conduzidos a dois tanques doseadores (elevados), a partir dos quais se obtém a mistura final de trabalho.

Antes de ser enviada para a moldagem, a barbotina para enchimento é mantida em tanques de agitação lenta.

Moldagem

A moldagem das peças pode ser efectuada por enchimento manual clássico, enchimento de baixa, média e alta pressão, distinguindo-se as últimas pelo seu elevado ritmo de produção.

Após a abertura dos moldes, as peças são retiradas, permanecendo ainda na olaria em condições de temperatura e humidade controladas, antes de serem enviadas para a secagem. Este período permite uma primeira secagem das peças, conferindo-lhes a resistência mecânica necessária para o seu manuseamento na fase de acabamento. As condições de temperatura e humidade ambiente da olaria são permanentemente controladas e mantidas dentro de parâmetros limite. Para o efeito são utilizadas unidades de climatização, alimentadas a gás natural com ou sem permutador e com recirculação de ar de admissão.

Secagem

A secagem dos produtos processa-se normalmente em secadores de câmaras estáticas, com carga e descarga manual, os secadores utilizam frequentemente ar quente recuperado do arrefecimento dos produtos dos fornos sendo a regulação mais fina de temperatura efectuada por um queimador de gás.

Após um ciclo de secagem que pode variar entre 7 e 16h, as peças são retiradas do secador para lhes ser aplicada uma camada de vidro. A vidragem efectua-se em cabines, que podem ser automatizadas.

Cozedura

Os produtos vidrados são carregados em vagonas, que são introduzidas num forno de túnel com impulsos que podem oscilar entre 20 e 50 minutos. Esta é a fase do processo com maior consumo de energia, cuja temperatura pode oscilar entre os 1100 e os 1300°C.

Escolha, embalagem e armazenagem

Após a cozedura, efectua-se a descarga, escolha e embalagem.

Para a recuperação de peças que necessitem de ser retocadas, normalmente as empresas dispõem de fornos intermitentes. Neste fornos são cozidas as peças retocadas e/ou com efeitos de decoração especiais num ciclo que pode oscilar entre 18 e 20 horas.

Na Figura 10 é apresentado um diagrama esquemático com um exemplo do processo produtivo de louça sanitária.

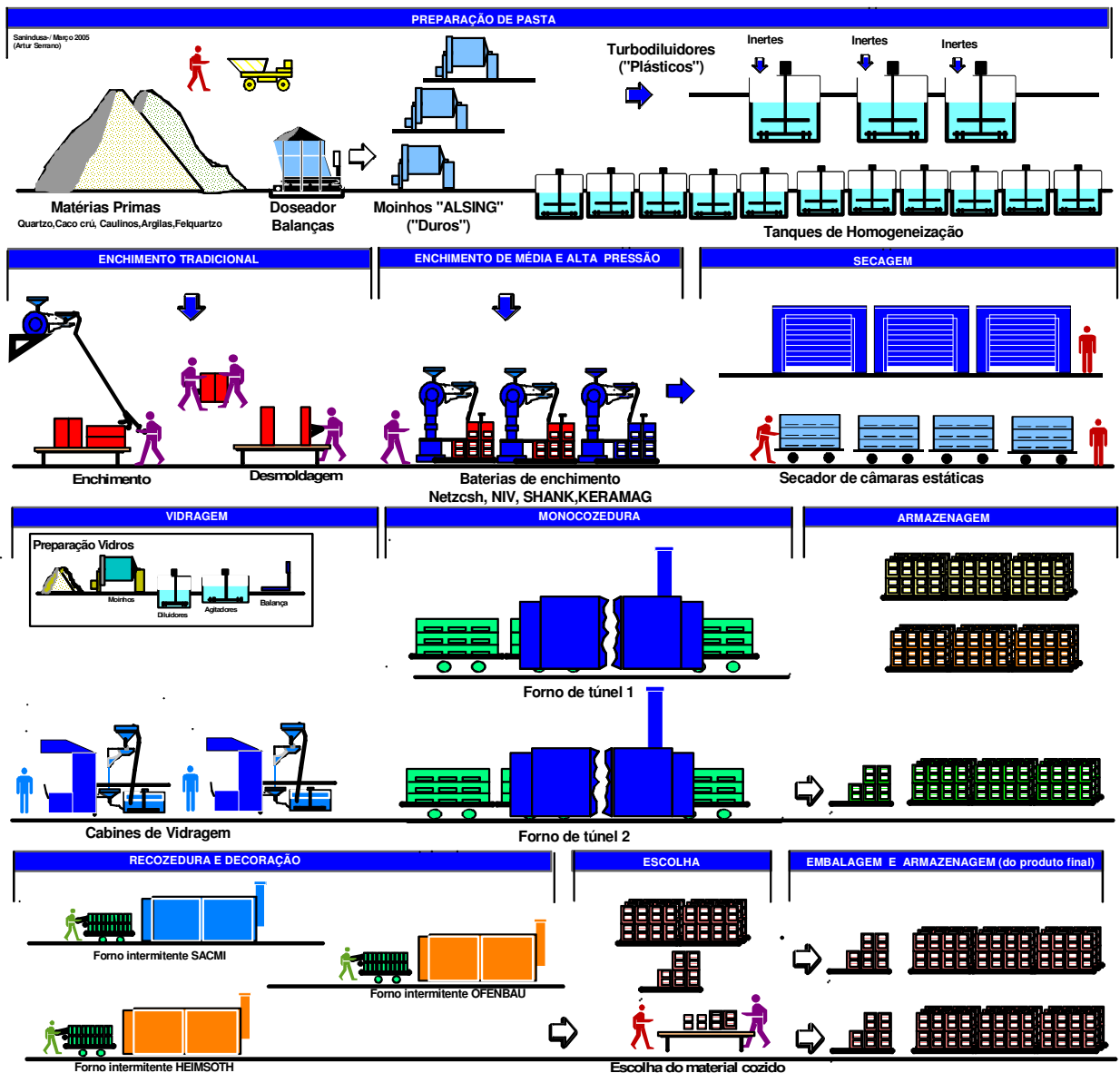


Figura 10 – Exemplo de diagrama esquemático do processo de produção de pavimento e revestimento

2.3. Louça Utilitária e Decorativa

A louça cerâmica utilitária e decorativa pode dividir-se em:



Estas três áreas seguem processos produtivos bastante semelhantes, diferindo essencialmente nas matérias-primas usadas e na temperatura de cozedura usada, sendo a porcelana cozida a temperaturas mais elevadas e a faiança a temperaturas mais baixas. As variações no processo ocorrem na fase de conformação das peças, sendo que as formas mais simples são feitas com recurso a moldagem e as mais complexas com recurso a enchimento.

Preparação de pasta

Depois de doseados por pesagem, os “duros” e “plásticos” são introduzidos e processados em moinhos “alsing”. O material argiloso é introduzido em turbodiluidores, juntamente com a quantidade de água necessária para se obter uma pasta com densidade e viscosidade adequadas. Uma parte das matérias-primas é moída e armazenada em tanques de diluição com agitação permanente. A partir destes tanques a suspensão é injectada em filtros-prensa de onde a pasta crua é retirada sob forma de rodela, ou “lapas”. Estas serão posteriormente utilizadas no fabrico de peças por contramoldagem, ou por enchimento.

Atomização

A secagem da pasta é efectuada num atomizador alimentado por bombas hidráulicas de pistão de porcelana, colocadas em paralelo e debitando a barbotina a alta pressão.

Normalmente, o atomizador é alimentado a gás natural.

Prensagem

O pó atomizado é armazenado em *big-bags* que vão alimentar as linhas de produção, constituídas por prensas.

Contramoldagem/Secagem

Depois de amassadas as “lapas” são extrudidas em fieiras. A pasta é retirada das fieiras sob a forma de cilindros, de onde segue para o fabrico, que se processa em máquinas automáticas, “Rollers” e/ou “Jaules”. Depois de moldadas contra um molde de gesso, as peças passam por um processo inicial de secagem, que se destina a secar o molde de gesso de modo a facilitar a desmoldagem da peça (secadores de couro). A peça desmoldada segue então para a fase final da secagem (secadores de branco).

Seguidamente a louça segue para a 1ª cozedura ou chacotagem.

Enchimento

As peças com formas complexas normalmente são fabricadas por enchimento. A barbotina é vazada no interior de formas de gesso com a forma da peça a obter.

1ª Cozedura: Chacotagem e Vidragem

As peças são cozidas a cerca de 1100 °C para que ganhem resistência mecânica, sem perder a porosidade, e de modo a facilitar a operação de vidragem. Após a cozedura o material limpo é submetido à operação de vidragem (aplicação do vidro).

2ª Cozedura: Cozedura do Material Vidrado

Nesta operação as peças já vidradas são cozidas a temperaturas da ordem dos 1 380 °C. Para obter as qualidades requeridas para os objectos de porcelana, a cozedura efectua-se entre determinados limites de temperatura, em atmosfera redutora.

Decoração

Após a cozedura do material vidrado, a louça é escolhida, podendo ainda proceder-se à decoração mais elaborada das peças. Os efeitos de decoração podem ser aplicados por decalque, filagem, enchimento, pintura à pistola, ou à mão.

Após a pintura das peças segue-se nova cozedura: se o motivo decorativo pretendido for *On-Glaze* esta efectua-se a cerca de 925°C; no caso de ser usada a decoração *In-Glaze* a cozedura efectua-se a cerca de 1 205 °C.

A louça é então escolhida embalada e armazenada.

Na Figura 11 é apresentado um diagrama esquemático com um exemplo do processo produtivo de louça utilitária e decorativa.

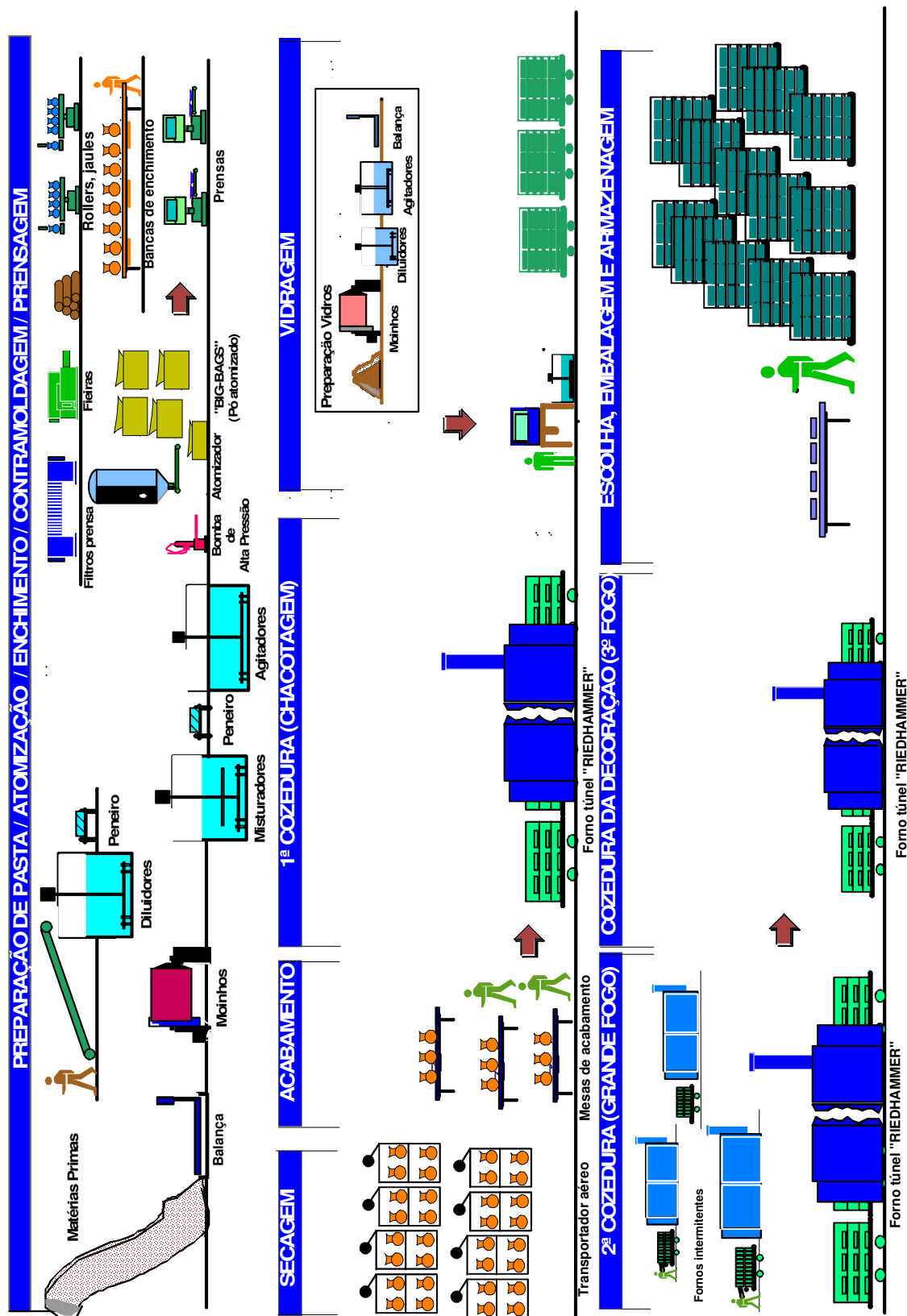


Figura 11 – Exemplo de diagrama esquemático do processo de produção de louça utilitária e decorativa

2.4. Cerâmica Técnica

Os processos produtivos da cerâmica técnica podem ser muito diferentes, pois este sub-sector elabora produtos muito distintos. Os produtos podem ser desde minúsculos condensadores cerâmicos, até isoladores de Alta Tensão de grandes dimensões. Desta forma o “layout” do processo fabril pode ser bastante diverso dentro deste grupo. No final desta secção apresenta-se um fluxograma típico associado ao fabrico de isoladores cerâmicos de média e alta tensão.

Preparação/Moagem

As matérias-primas utilizadas são destorroadas e, depois de devidamente doseadas são introduzidas em moinhos “alsing”, onde se procede à primeira fase da moagem. Na segunda fase da moagem efectua-se a diluição da carga dos moinhos com a argila que lhe é adicionada.

Filtro-prensagem

A pasta, que está distribuída pelos tanques de homogeneização, é então encaminhada para filtros-prensa de onde se extraem as “lapas”, discos de pasta muito plástica que se destinam a ser utilizados na fase seguinte do processo.

Moldagem

Uma vez retiradas as “lapas” dos filtros-prensa são introduzidas em extrusoras ou fieiras a vácuo. Nesta fase a pasta é moldada para obter peças de formato cilíndrico de diversas dimensões: os “charutos”.

Pré-secagem

Os “charutos” retirados das extrusoras ou fieiras e são cortados à medida adequada, de modo à peça poder ser trabalhada num torno. Entre o torno e a extrusora ou fieira procede-se a uma secagem feita por efeito de joule, pela aplicação de tensão nos topos de cada peça, de cerca de 1 Volt por cada centímetro de comprimento.

Torneamento

As peças são moldadas manualmente por meio de tornos verticais com comando numérico ou tornos replicadores manuais de padrões, conferindo-lhes a forma final característica dos isoladores cerâmicos.

Secagem

Após a conformação segue-se uma operação de secagem, normalmente em secadores de câmaras estáticas.

Acabamento

Os isoladores são então submetidos a operações de esponjagem, limpeza e vidragem, podendo ser ou não granitados os extremos da peça, de modo a conferir melhor aderência às ferragens que serão posteriormente aplicadas.

O vidro que se aplica na peça é também preparado em moinhos “alsing” de menores dimensões e armazenado em tanques de homogeneização com agitadores.

Cozedura

As peças são cozidas em fornos intermitentes de grandes dimensões com controlo da atmosfera de cozedura. A temperatura de cozedura atinge normalmente os 1200°C.

Escolha, embalagem e armazenagem

Na fase final o material é sujeito a operações de rectificação, verificação de tolerâncias e ajustamentos. Seguidamente é submetido a diversos ensaios de resistência mecânica, resistência ao choque térmico e ensaios eléctricos diversos. Finalmente podem ainda aplicar-se ferragens, dependendo do tipo de produto.

Na Figura 12 é apresentado um diagrama esquemático com um exemplo do processo produtivo de louça utilitária e decorativa.

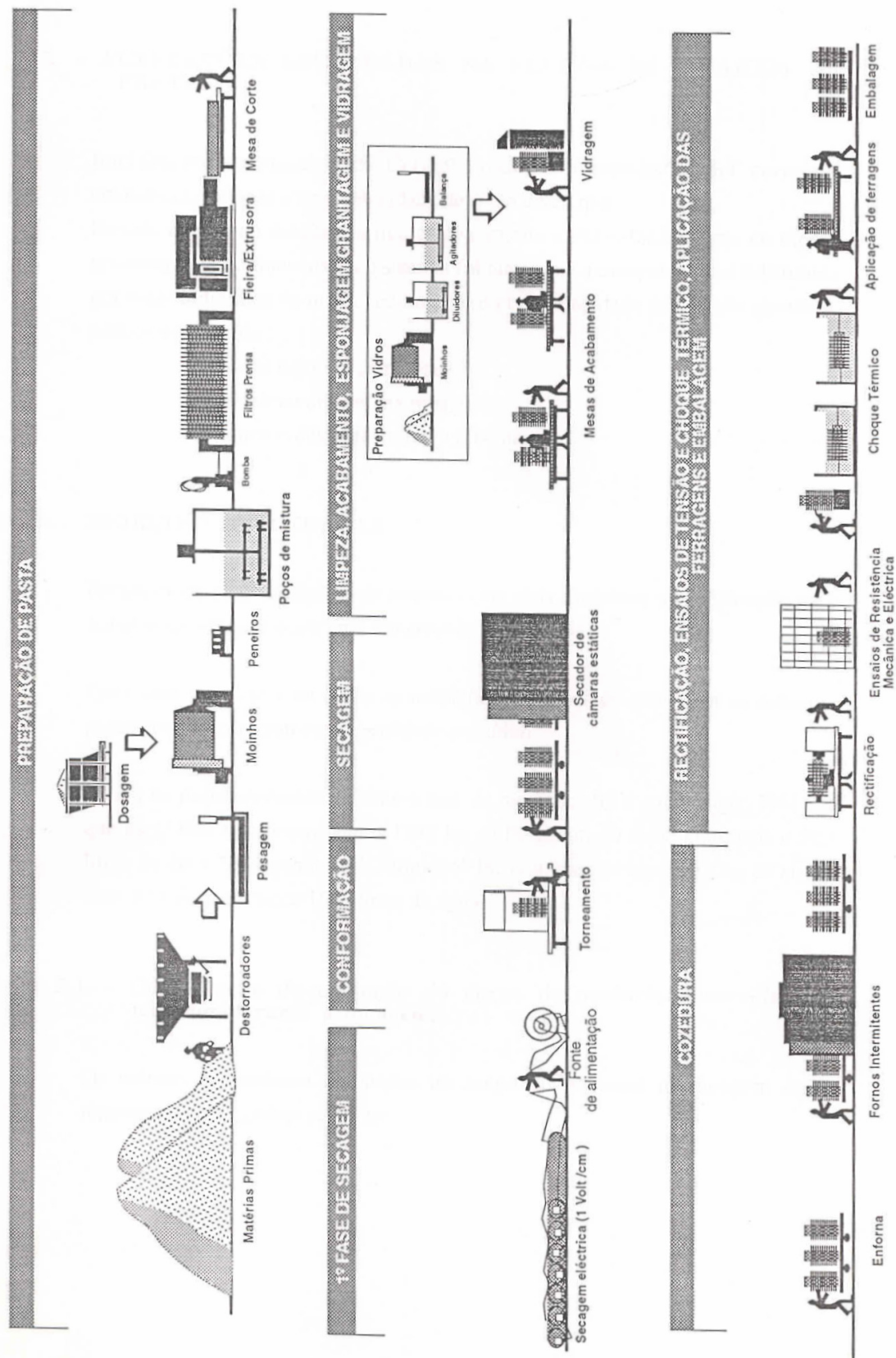


Figura 12 – Exemplo de diagrama esquemático do processo de produção de isoladores térmicos de média e alta tensão

3. Principais consumidores de energia

A indústria cerâmica é um consumidor intensivo de energia, especialmente nas fases de atomização, secagem e cozedura. Verifica-se em todos os sub-setores cerâmicos que a maior quantidade de energia consumida é a energia térmica. A energia eléctrica é utilizada sobretudo na força motriz das máquinas, ar comprimido, iluminação, ar condicionado e sistemas de despoejamento.

Neste capítulo serão descritos os principais consumidores de energia na indústria cerâmica. É necessário conhecer o funcionamento destes equipamentos de modo a poder otimizar a sua utilização.

3.1. Equipamentos e Processos

3.1.1. Atomização

A secagem por atomização é usada na produção de pó para fabricação de pavimento, revestimento e louça. 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, podendo também ser utilizado o ar quente recuperado de fornos.

Na Figura 13 apresenta-se um aspecto geral de um atomizador utilizado na produção de pó para fabricação de pavimento no sub-setor cerâmica estrutural de acabamento.



Figura 13 – Atomizador

No atomizador procede-se à evaporação da água contida na barbotina a fim de se obter o pó destinado à prensagem na secção de conformação das peças. Na Figura 14 apresenta-se o esquema do seu funcionamento:

Legenda:

1. Bomba de alimentação
2. Controlo da bomba de alimentação da barbotina
3. Filtro
4. Anel porta injectores
5. Torre de secagem da pasta líquida
6. Válvula de descarga de pó seco
7. Ciclones separadores (reciclagem de finos)
8. Queimador
9. Pressurizador

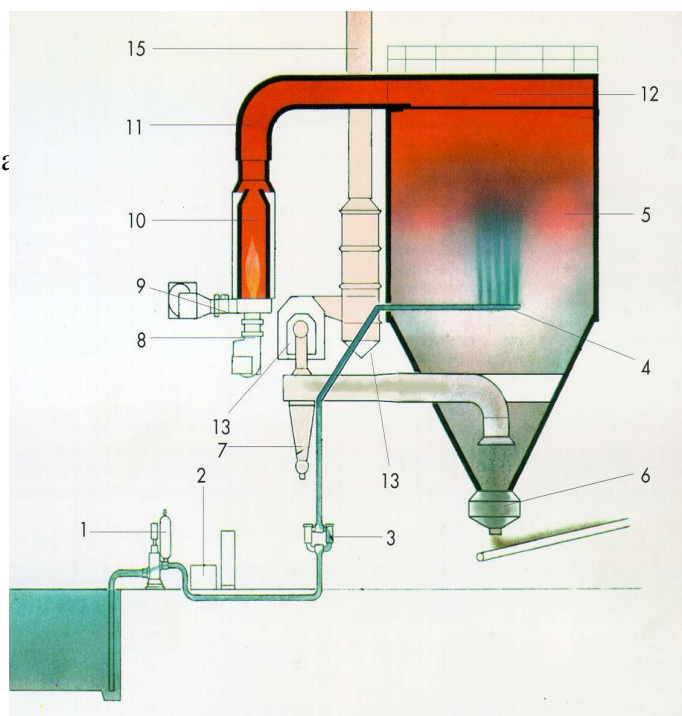


Figura 14 – Esquema de funcionamento de um atomizador

10. Gerador de ar e gases quentes
11. Condução dos gases quentes para a secagem
12. Distribuidor anelar de ar quente
13. Dispositivo de controlo da humidade
14. Ventilador centrífugo da exaustão de humidades
15. Chaminé (Exaustão de humidades)

3.1.2. 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.

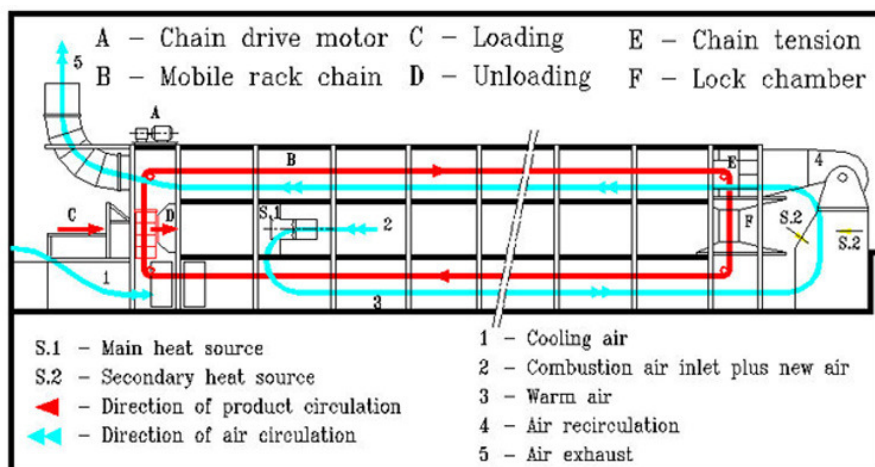
Normalmente os produtos que entram no secador circulam em contracorrente com o ar de secagem. À entrada do secador o ar utilizado é mais saturado e a sua temperatura mais baixa porque as necessidades de calor não são tão grandes, sendo que no final a temperatura deve ser mais elevada para promover a 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. A eficiência energética dos secadores é bastante abrangente, podendo ir desde as 1300 até às 2000 kcal por kg de produto seco. Tudo depende da massa de produto, velocidade, temperatura de secagem e quantidade de água a retirar.

Seguidamente serão apresentados os tipos de secador mais comuns, na indústria cerâmica:

Secadores rápidos “Anjou”

Na secagem de tijolos, telhas ou abobadilha é muito utilizado um tipo de secador contínuo concebido pela empresa “Ceric”, chamado rápido do



tipo “Anjou”. Estes secadores podem ter uma ou mais passagens de material por câmaras com condições distintas de secagem, sobrepostas como se vê na Figura 15.



Figura 16 - Secador "Anjou" [www.ceric.com]

A secagem nos secadores “Anjou” caracteriza-se não só pela existência de uma grande velocidade de evaporação superficial, mas também pela possibilidade de formação de grandes gradientes de humidade e de contracção no produto. A duração dos ciclos de secagem rápida depende do tipo de matéria-prima.

Frequentemente, para conseguir a maior superfície de evaporação

possível procede-se à introdução de calor em pontos intermédios do secador.

Secadores horizontais de rolos

Este tipo de secador é do tipo modular, o que permite ser dimensionado para a capacidade produtiva necessária. É utilizado para a secagem de diversos formatos no pavimento e revestimento. O secador pode ter um ou mais planos de avanço com a peculiaridade de poderem ser colocados “em linha” com um forno.

Normalmente estão equipados com:

- Ventilador centrífugo de recirculação
- Queimador modulante automático
- Válvula reguladora de tomada de ar ambiente
- Válvulas de regulação nas tubagens de recirculação

Normalmente, o sistema de recirculação de ar é regulável mediante fechos colocados nos bocais de entrada das tubagens externas, e por uma série de deflectores reguláveis, colocados ao longo dos canais internos do secador.



Figura 17 – Secador horizontal de rolos

Secadores rápidos verticais de prateleiras

Os secadores rápidos verticais de prateleiras são dos mais utilizados na produção de azulejos. O sistema de introdução do material realiza-se num único nível mediante a rotação simultânea dos rolos do plano de carga e descarga. O secador está dividido em três zonas de secagem, de ajuste independente:

1ª Zona: O material é levado rapidamente à temperatura de secagem adequada por um fluxo de ar quente proveniente do gerador de ar quente.

2ª Zona: Prossegue a fase de secagem com ar quente proveniente do 2º queimador que é recirculado ou não, em função da temperatura existente no secador e da temperatura de secagem requerida pelo material.

3ª Zona: O ar flui a temperatura controlada, conseguida mediante a mistura de ar quente e frio na zona

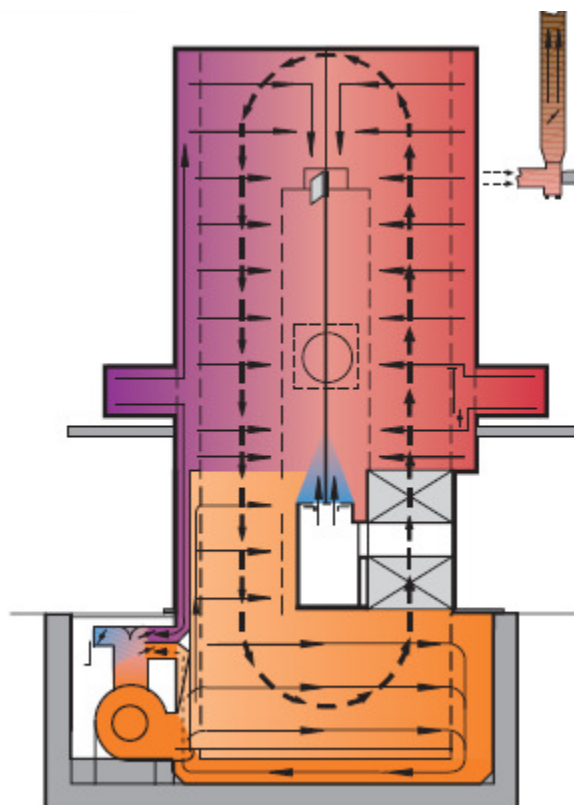


Figura 18 – Esquema de circulação de ar dentro de um secador rápido vertical

inferior do secador. Este ar envolve o material com uma maior uniformidade de temperatura. Estes secadores estão preparados para poderem receber ar quente recuperado de outras fases do processo.

A capacidade de carga destes secadores varia com o formato das peças a secar.

Secadores túnel

Estes secadores são constituídos por vários módulos dispostos num túnel ao longo do qual o material, colocado em vagonetas, se vai deslocando de um extremo para o outro, sendo submetido a uma variação de temperatura e humidade. O ar

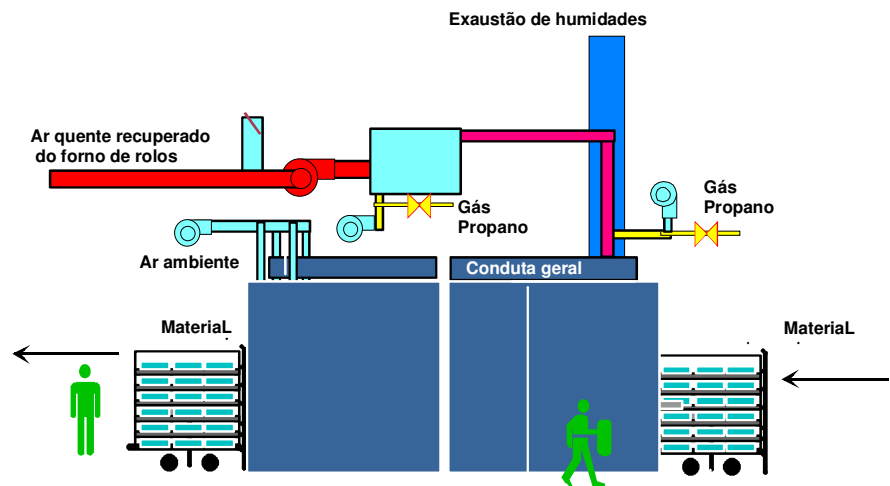


Figura 19 – Diagrama de um secador do tipo túnel

quente circula em contracorrente com o material. Por vezes, o ar é recirculado para permitir uma utilização mais eficiente da quantidade de ar aquecida para a secagem. A agitação do ar é efectuada no interior do secador por ventiladores colocados em cada um dos módulos que o constitui. Os consumos dos secadores de túnel podem variar muito, dependendo do tipo material a secar.

Secadores Estáticos de Câmaras

Este tipo de secadores consiste num conjunto de câmaras de secagem independentes na sua regulação. O material a secar não se desloca ao longo do secador, sendo que o ar quente é distribuído a partir de entradas no tecto das câmaras, por colectores de distribuição e insuflado no meio do material através de ventiladores fixos. Em alguns casos, os secadores dispõem de ventiladores móveis, que se deslocam ao longo da câmara para agitar o ar e homogeneizar as condições de secagem. Para cada câmara é possível realizar um ciclo de secagem distinto, sendo cada uma independente das outras. A possibilidade de utilizar diferentes condições para tipos diversos de produtos é uma importante vantagem em relação a outros tipos de secadores. Esta flexibilidade de

produção é uma das razões para este tipo de secadores serem muito utilizados no sector de louça utilitária, decorativa e sanitária, onde a diversidade de produtos fabricados é enorme, tendo também requisitos diferentes, em termos de parâmetros de secagem.



Figura 20 – Exemplo de um secador estático com várias câmaras

3.1.3. Cozedura

A função dos fornos é de efectuar a cozedura do material seco, já vidrado, ou de peças decoradas.

Durante a cozedura, 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.

Fornos túnel

De acordo com o sistema de queima usado, os fornos túnel podem ser:

Forno de queima directa ou chama livre

Os produtos são aquecidos por exposição directa à chama. Encontram especial utilização na monocozedura de Louça Sanitária e Porcelana, com atmosfera redutora, cozedura de chacota e de vidrado de azulejos e louça. Estão adaptados a temperaturas altas e produções elevadas.



Figura 21 -Exemplo de forno túnel de queima directa

Fornos de Rolos



Figura 22 – Exemplo de um forno de rolos

Estes fornos estão normalmente equipados com queimadores de alta velocidade confinados às diversas zonas ou módulos de controlo de temperatura.

O material é transportado sobre baterias de rolos de material refractário. Estão adaptados a temperaturas altas e produções elevadas

Fornos Intermitentes

Os fornos intermitentes são, normalmente, aquecidos por queima directa de propano ou gás natural. Normalmente utiliza-se tijolo refractário como revestimento do forno, mas actualmente o uso de fibra cerâmica também é usual, para as mesmas funções. A utilização do calor perdido em fornos intermitentes para a secagem ou aquecimento ambiente é menos atractiva que no caso dos fornos contínuos, já que o calor para recuperação não se encontra disponível de uma forma contínua e, muitas vezes, os períodos em que se encontra disponível não coincidem com os das necessidades de calor na secagem.

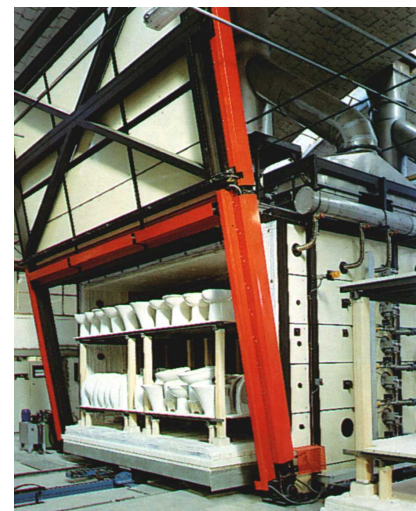


Figura 23 – Exemplo de um forno intermitente

No entanto, o calor perdido pode ser usado como ar de combustão pré-aquecido. Este tipo de fornos tem uma grande flexibilidade no que diz respeito ao tipo de produto que podem cozer e às temperaturas e ciclos de cozedura que podem efectuar, desde 12 até 23 horas, de frio a frio.

4. Diagnósticos Energéticos

Foram feitos diagnósticos energéticos a quinze empresas do sector cerâmico de modo a determinar não só possíveis medidas de racionalização de energia, mas também a possibilidade de inserir sistemas de energias renováveis nos diferentes processos produtivos, mantendo inalterada a capacidade produtiva das diferentes fábricas. No final dos diagnósticos foram elaborados relatórios individuais, contendo os resultados obtidos, para cada fábrica. Os relatórios foram posteriormente entregues a cada uma das empresas participantes no projecto.

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada na recolha e tratamento dos dados utilizados.

4.1. Metodologia

A metodologia utilizada na recolha e tratamento dos dados foi a mesma que é normalmente utilizada nas auditorias energéticas, no âmbito do Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

1º Passo: A fase inicial do trabalho consiste na recolha de dados das empresas que posteriormente seriam alvo do estudo. Os dados necessários para a concretização do estudo envolvem os consumos de energia, a produção e os lucros de cada empresa. Estes dados serão depois relacionados entre si através do cálculo de indicadores.

- a) **Dados Energéticos:** Para cada empresa foram analisadas as facturas energéticas do ano de 2008, de modo a traçar o perfil de consumo associado. Foram também analisados os custos associados a cada tipo de energia, de modo a obter um valor médio para o preço da energia.
- b) **Dados de Produção:** Foi pedido a cada empresa a produção global do ano de 2008.

- c) **Dados Financeiros:** A cada empresa foi pedido o valor acrescentado bruto (VAB) de 2008, ou seja, os lucros obtidos pela empresa antes de impostos.

2º Passo: O segundo passo consiste o cálculo dos indicadores que relacionam os dados recolhidos:¹

- d) **Intensidade Energética (IE)** - A intensidade energética calcula-se com base no consumo total anual de energia (C) e o valor acrescentado bruto das actividades da empresa (VAB), equação (1):

$$IE = \frac{C}{VAB} [kgep/€] \quad (1)$$

- e) **Consumo Específico (CE)** - O consumo específico calcula-se com base no consumo total anual de energia (C) e o volume de produção anual da empresa (P), equação (2):

$$CE = \frac{C}{P} [kgep/t] \quad (2)$$

- f) **Intensidade Carbónica (IC)** - A Intensidade Carbónica calcula-se com base no consumo total anual de energia (C) e a quantidade de emissão anual de gases de efeito de estufa (GEE) emitidos pela empresa (kgCO₂e), equação (3):

$$IC = \frac{kgCO_2e}{C} [kgCO_2e/tep] \quad (3)$$

¹ As unidades de energia e de gases de efeito de estufa são explicadas no Glossário.

3º Passo: O terceiro passo consiste numa auditoria deambulatória a cada empresa, de modo a identificar possíveis medidas de eficiência energética e possíveis pontos de integração de energias renováveis.

Esta fase do trabalho foi considerada muito sensível pois, conhecendo os fluxos de energia e matéria que circulam dentro de uma unidade fabril, é possível relacioná-los, minimizando as perdas totais. Foi dada especial ênfase à procura da integração de energias renováveis, não descurando as restantes possibilidades de eficiência energética.

Após a recolha de dados relativamente às medidas identificadas nas empresas, foram estimadas as poupanças que poderiam advir da sua instalação. Estas poupanças foram contabilizadas em unidades energéticas e financeiras. Foram também calculados os tempos de retorno estimados para os diferentes investimentos.

De modo a sistematizar o procedimento da recolha de dados nas fábricas foi utilizada uma *checklist* geral.

4º Passo: O passo final da metodologia utilizada consiste na emissão dos relatórios dos diagnósticos efectuados. A primeira parte de cada relatório contém a descrição da empresa, do processo produtivo e dos principais consumidores de energia. A segunda parte dos relatórios inclui as recomendações para utilização racional de energia e para implementação de energias renováveis. Na conclusão são analisados os tempos de retorno dos investimentos e o impacto que as medidas sugeridas teriam nos indicadores, calculados no 3º passo.

4.2. Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis

O diagnóstico energético geral de uma empresa deve ser acompanhado por um estudo particularizado dos seus processos e equipamentos. Esta análise permite determinar os fluxos de produto e energia dentro da empresa,

identificando os possíveis pontos de actuação e melhoria nos equipamentos, do ponto de vista da redução de consumos e eficiência energética.

Nesta secção serão abordadas algumas medidas típicas de utilização racional de energia na indústria. As medidas apresentadas foram sugeridas aquando da execução dos diagnósticos energéticos a quinze empresas. Estas tecnologias estão também representadas no documento *Best Available Techniques in the Energy Efficiency*, publicado pela Comissão Europeia, em Julho de 2007.

Estas medidas apresentam-se agrupadas por equipamentos ou processos, de modo a favorecer a sua identificação e possível aplicação.

4.2.1. Contabilização Energética e Boas Práticas na Utilização de Energia

Neste ponto trata-se de diferenciar os aspectos relacionados com a contabilização, distribuição e contratação das energias que intervêm em cada processo. Esta área de actuação pode dividir-se em três pontos principais:

Gestão energética eficaz - Implementação de um sistema de gestão de energia

Um sistema de gestão de energia tem como função dar uma visão global e centralizada do estado de funcionamento de toda a instalação e, simultaneamente, permitir a actuação sobre diversas cargas em tempo real.

A instalação de contadores de medida de energia, no âmbito de um sistema de gestão de energia e por cada sector, permite estabelecer padrões de consumo, facilitando o conhecimento dos consumos específicos dos principais sectores. Com base nesta informação, é possível averiguar e estabelecer um plano de acção, atribuindo prioridades de intervenção para os sectores com consumos considerados excessivos. Possibilita também avaliar a eficiência das medidas implementadas, através de medições realizadas à posteriori, comparando-as com medições anteriores.

Estes sistemas permitem ainda detectar situações anormais através de consumos de energia eléctrica não proporcionais à utilização, auxiliando assim os serviços de manutenção. Permite a constituição de uma base de dados de

consumos de energia que permitirá realizar um planeamento de intervenções otimizando a utilização de recursos existentes.

A implementação de um sistema de gestão de energia poderá ainda servir de base para comparar consumos, custos e resultados com outras unidades permitindo identificar rapidamente as boas práticas que se podem adoptar num mesmo sector. Reduzindo a escala, o mesmo procedimento pode ser utilizado na comparação e *benchmarking* de equipamentos.

Elaboração de índices e custos energéticos

De forma complementar, é necessário elaborar índices de eficiência energética e calcular indicadores económicos, dispondo desta forma das ferramentas adequadas para poder conhecer com pormenor o estado de cada processo e comparar com processos semelhantes em empresas análogas, e caso necessário adoptar medidas rectificadoras oportunas.

Dentro dos indicadores energéticos é possível fazer-se uma classificação entre indicadores absolutos e relativos:

- Indicadores absolutos
 - Potências totais instaladas em cada sistema.
 - Horas de funcionamento por ano.
- Indicadores relativos
 - Potências instaladas em cada sistema por unidade de superfície ou de produção.
 - Consumo de cada uma das energias por unidade de superfície ou de produção.
 - Consumo em cada ciclo de operação para cada actividade.

Contratação e facturação energética

Na escolha do tipo de energias que se vão consumir, é necessário determinar quais são os mais adequados para o processo produtivo, não só do ponto de vista técnico, mas também dos pontos de vista económico e ambiental.

Escolhidos os tipos de energia que se vão consumir e a quantidade necessária de cada, é preciso estudar a modalidade de contratação, analisando a possibilidade de as obter considerando as tarifas reguladas ou as do mercado liberalizado. É conveniente ter um conhecimento suficientemente amplo das características técnicas, económicas, comerciais e legais do mercado energético, sendo recomendável dispor na empresa de um responsável para esta área ou recorrer a um especialista externo.

Juntamente com esta escolha, deve realizar-se de forma periódica uma análise da facturação respeitante à energia consumida, comprovando se é a mais adequada em função das diferentes modalidades de preços.

Medida 1 - Contratação de Gás Natural

Ajustar de forma adequada a tarifa ao consumo diário de gás.

Para as empresas com consumos inferiores a 2 000 000 m³(n), 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.

No caso dos consumidores com consumos superiores a 2 000 000 m³(n)/ano, a potência máxima diária contratada é ajustada por um valor entre os 80% e 105% do consumo de gás diário.

Medida 2 - Contratação Eléctrica

Analisar a possibilidade de alterar os consumos das horas de ponta para horas de baixo consumo, permitindo escolher assim um tarifário que premeie os consumos neste tipo de horas.

Medida 3 - Contratação Eléctrica

Analisar se a tarifa eléctrica contratada é a mais adequada ao perfil de consumo, seleccionando o maior nível de tensão de entrega possível, já que, neste caso os termos de potência e de energia são menores que em BT. Em Portugal, dependendo do n.º de horas de utilização anual das instalações eléctricas pode interessar optar por tarifas com custos unitários de energia e potência mais adequados sendo necessário efectuar uma simulação com base

em consumos registados num período alargado (12 meses de preferência), para se verificar qual a alternativa mais económica.

Medida 4 - Contratação Eléctrica

Corrigir o factor de potência e ajustá-lo para o valor mais elevado possível, mantendo-o sempre acima de 0,93. Ou seja manter a Tangente $\varnothing < 0,4$, ou ainda manter a relação:

$$\frac{\text{kVarh}}{\text{kWh}_{\text{H.Ponta}} + \text{kWh}_{\text{H.Cheias}}} < 0,4$$

4.2.2. Energia Reactiva

O factor da potência é um dado crucial na altura de estudar a eficiência energética de uma instalação eléctrica de corrente alternada. 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.

A potência reactiva (Q) 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 a sobredimensionar de modo desnecessário a rede eléctrica.

Por este motivo, as companhias eléctricas (de acordo com a legislação vigente), penalizam o excessivo consumo de energia reactiva, dando lugar na facturação eléctrica a uma taxa ou complemento.

Pretende-se evitar uma sobrevalorização na factura, provocado por um baixo factor de potência.² Em Portugal, se o factor de potência for inferior a 0,93 a factura eléctrica sofre um agravamento do preço.

Para corrigir (aumentar) um factor de potência demasiado reduzido, utilizam-se equipamentos de compensação de energia reactiva, normalmente

² O factor de potência ($\cos \varphi$) é o parâmetro que permite determinar a fracção de energia activa na instalação eléctrica. Tecnicamente, representa o quociente entre a potência activa (P) e a aparente (S), sendo φ o ângulo de desfasamento da intensidade relativamente à voltagem da corrente alternada utilizada. Quanto maior for o factor de potência ($\cos \varphi$), maior é a fracção de potência activa da instalação.

baterias de condensadores. A colocação de baterias de condensadores deve ser precedida de um estudo de rentabilidade económica, ainda que se possa assegurar que a colocação de baterias de condensadores em locais onde o factor de potência é baixo (menor 0,93), originará períodos de recuperação do investimento muito baixos, isto é, a rentabilidade está assegurada.

De forma geral, a compensação de Energia Reactiva tem os seguintes benefícios:

- Elimina a facturação de energia reactiva.
- Reduz as quedas de tensão.
- Reduz as perdas por efeito de Joule.
- Protege a vida útil das instalações.
- Aumenta a capacidade das linhas de transporte

4.2.3. Motores Eléctricos

Os motores eléctricos abastecem, na maioria dos casos, os equipamentos industriais, pelo que a sua operação e conservação representa um campo importante de oportunidades para a poupança de energia, que se traduz numa redução dos custos de produção e numa maior competitividade.

Estes equipamentos são uma das principais fontes de consumo de energia na Europa, sendo os responsáveis por 70% do consumo de electricidade na indústria europeia. O custo da utilização de um motor eléctrico é de 95% em energia durante o seu funcionamento, 3% no investimento inicial e 2% em manutenção.

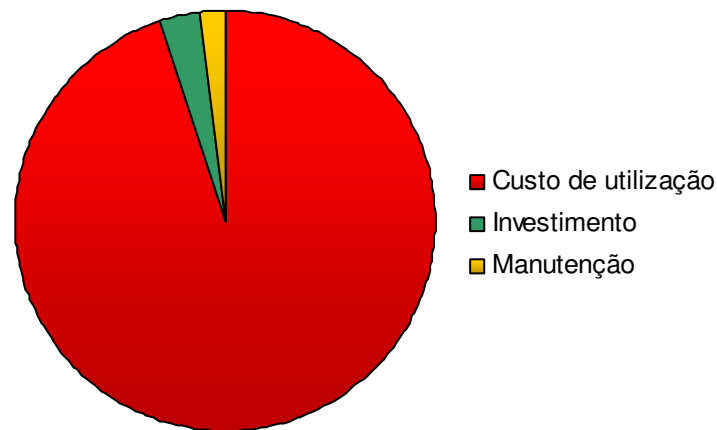


Figura 24 – Custos associados a motores eléctricos

A eficiência ou rendimento de um motor eléctrico é uma medida da sua capacidade para converter a potência eléctrica em potência mecânica útil:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Potência mecânica}}{\text{Potência eléctrica}} \times 100$$

Nem toda a energia eléctrica que um motor recebe, se converte em energia mecânica. No processo de conversão, dão-se perdas, pelo que a eficiência nunca será de 100%. 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. De forma geral, um motor converte 85% da sua energia eléctrica em energia mecânica, perdendo 15% no processo de conversão. Na prática, consome-se (e paga-se) inutilmente a energia utilizada para fazer funcionar o motor.

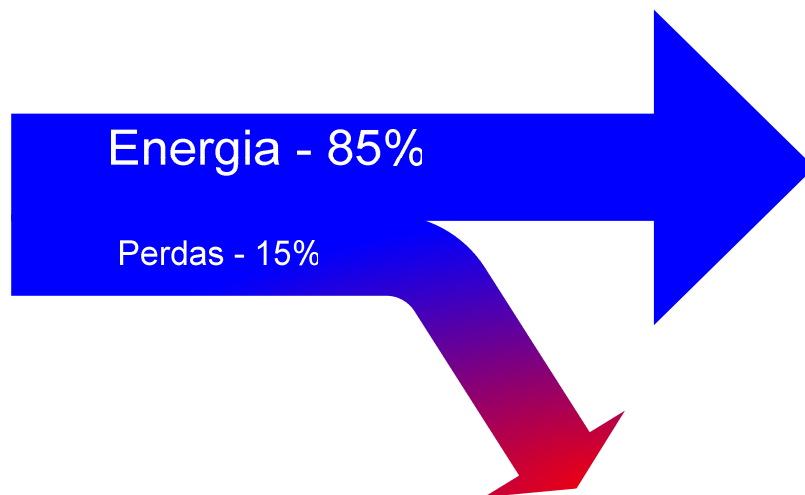


Figura 25 – Perdas de energia nos motores eléctricos

É especialmente interessante introduzir critérios de eficiência no momento de adquirir motores novos ou de substituir algum dos existentes. Utilizar motores com mais eficiência, que actualmente podem apresentar rendimentos na ordem dos 96%, reduz as perdas e os custos de operação. Os motores eficazes, ainda que inicialmente pressuponham um maior investimento, permitem recuperá-la em pouco tempo, reduzindo de forma global os custos de operação, e apresentando como vantagens adicionais:

- Menor consumo com a mesma carga.
- Mais fiabilidade e menores perdas.
- Rendimento consideravelmente maior.
- Amortização em 2,5 anos aproximadamente.
- Operação a menor temperatura.
- Suportam melhor as variações de tensão e as harmónicas.
- Factor de potência sensivelmente maior.
- Operação mais silenciosa.

Na altura de adquirir um motor eléctrico, deve ter-se em conta que, ao comprar um motor de elevada eficiência, o investimento inicial pode tornar-se mais alto, mas os custos podem recuperar-se rapidamente em termos de poupança do consumo energético. Segundo a eficiência energética dos motores eléctricos, estes classificam-se em:

- EFF1: Motores de elevada eficiência.
- EFF2: Motores de eficiência normal.
- EFF3: Motores de eficiência reduzida.

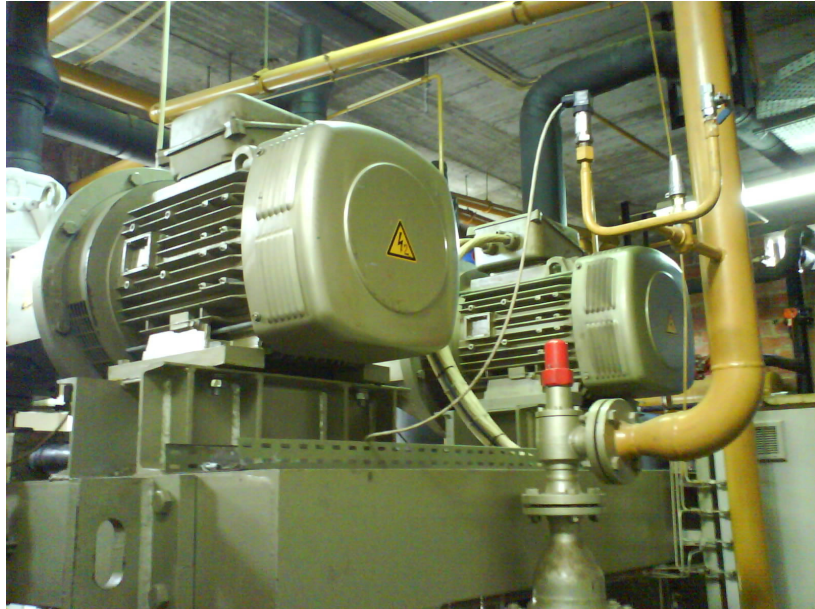


Figura 26 – Exemplo de motores eléctricos de elevada eficiência – EFF1

Em seguida apresentam-se algumas indicações práticas para conseguir uma diminuição dos custos e poupança energética:

Medida 1

Verificar o modo de arranque dos motores e se se realiza de forma sequencial e planificada.

Medida 2

Utilizar arrancadores estrela-triângulo ou de arranque suave como alternativa aos arrancadores convencionais, quando a carga não necessitar de um elevado binário de arranque. São mais económicos e eficazes em termos energéticos, mas apresentam o inconveniente do binário se reduzir no arranque.

Medida 3

Registrar se os motores de indução utilizam variadores de velocidade. A variação de velocidade tem múltiplas vantagens:

- Poupança energética como consequência de um consumo mais adequado à carga exigida.
- Diminuição dos picos de potência nos arranques.

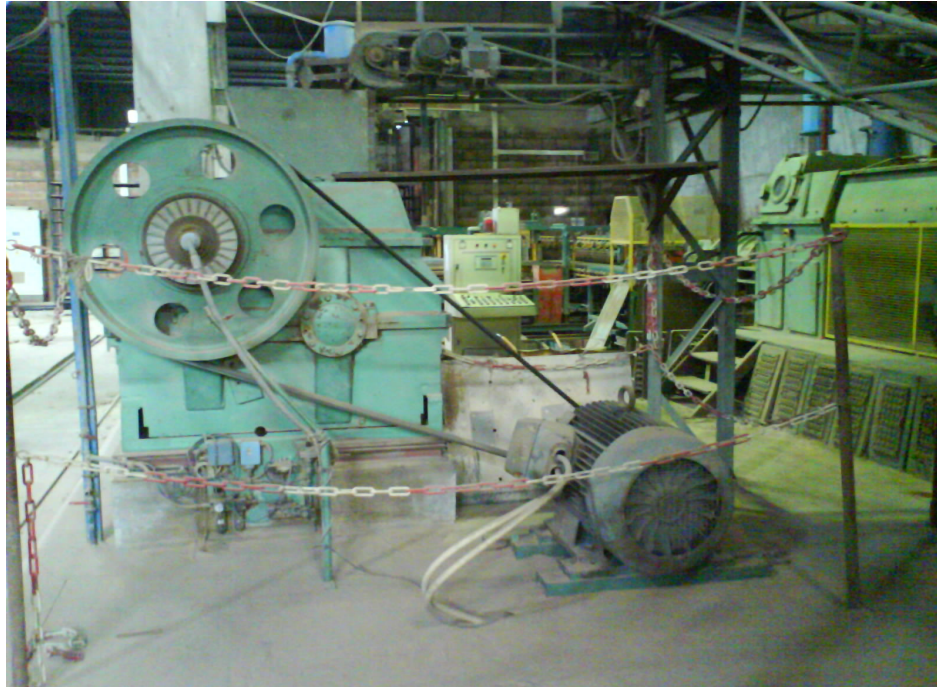


Figura 27 – Fieira a vácuo sem variador electrónico de velocidade

4.2.4. Iluminação

Medida 1

Verificar o tipo de lâmpadas e a sua eficiência adoptando como critérios:

- Existência de pré-aquecimento nas lâmpadas fluorescentes, pois aumenta a sua vida e diminui a deficiência de luz.
- Instalação de lâmpadas fluorescentes de 26 mm ou inclusivamente de 16 mm de diâmetro, em vez das de 38 mm. Estima-se uma poupança de energia de 10%.
- Substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de baixo consumo, que possuem uma maior duração e um menor consumo energético naquelas zonas que requerem um maior nível de iluminação ou onde os períodos de iluminação são longos. Este tipo de lâmpadas consome 80% menos que as incandescentes.

- Utilização de balastros electrónicos associados às lâmpadas fluorescentes de alta-frequência, em comparação aos sistemas de iluminação fluorescentes com balastros convencionais, uma poupança de consumo energético (até 25%), um arranque mais suave, eliminação do ruído e incandescência e uma maior duração (até 50% mais). Esta medida costuma ser recomendada quando o sistema funciona mais de 1500 h/ano.
- Nos armazéns, ou de forma geral em zonas de tectos altos, instalar lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, de maior eficiência que as fluorescentes, e que produzem uma maior iluminação com menores custos de manutenção.
- Considerar a utilização da tecnologia LED (*light emission diode*) para iluminação de interiores e fachadas, como substituição das lâmpadas incandescentes. A lâmpada de LED consome cerca de 15 vezes menos energia, dura 30 vezes mais e custa cerca de 2,5 menos do que uma lâmpada de halogéneo.
- Substituição directa de lâmpadas de vapor de mercúrio por lâmpadas de iodetos metálicos. Esta substituição pode significar uma poupança de até 50%.

Medida 2

Verificar os níveis de iluminação nas diferentes zonas de trabalho, reduzindo a iluminação naquelas zonas que não são realmente críticas e portanto que não necessitam de uma iluminação relevante, como os corredores. Como medidas, pode optar-se por suprimir nestas zonas alguns pontos de luz. Em algumas situações, caso estas medidas não possam ser aplicadas, pode equacionar-se a substituição do sistema por outro mais adequado.

Medida 3

No caso de não se dispor de dispositivos de controlo do sistema, analisar a possibilidade de os instalar, em função da zona:

- Zonas de utilização pouco frequente (casas de banho, vestiários): detectores por infra-vermelhos que permitam a ligação automática da iluminação.
- Zonas de utilização presencial (armazéns e refeitórios): interruptores temporizados.
- Zonas exteriores de utilização obrigatória (parque de estacionamento, iluminação periférica): controlos automáticos programados à hora ou através de células sensíveis ao movimento e fotocélulas.
- Considerar a utilização de *dimmers*. Os *dimmers* são dispositivos que regulam a intensidade luminosa de uma lâmpada, podendo assim adaptar-se a luminosidade de uma sala em função das necessidades.

4.2.5. Ar Comprimido

Sendo o ar comprimido a segunda forma de energia mais utilizada na indústria transformadora, é a mais cara de todas e normalmente a mais deficientemente tratada.



Figura 28 – Compressor de parafuso com velocidade variável. [www.atlascopco.co.uk]

Medida 1

Assegurar-se de que o ar admitido no compressor vem do exterior ou em geral do foco mais frio possível. Por cada 4°C de redução da temperatura do ar admitido no compressor, este reduz o seu consumo em 1%.

Medida 2

A verificação periódica das perdas de ar comprimido em todo o sistema, deverá ser feita com a fábrica parada, quer dizer, sem consumo de ar comprimido. As perdas podem ser da ordem dos 30 a 40% do ar produzido; dever-se-á ter em atenção que para um caudal de ar a 7 bar, a potência requerida pelo compressor em função de vários tamanhos de fugas de ar, está representada no quadro seguinte.

Medida 3

Estudar a possibilidade de recuperar o calor residual do compressor (o calor do refrigerante – água, ar, óleo) e utilizá-lo para aquecer ar ou água, ou para o aquecimento de naves industriais, mediante um permutador de calor. A recuperação do calor residual pode chegar a representar uma poupança anual de energia até 20% do consumo eléctrico do equipamento.

4.2.6. Caldeiras



Figura 29 – Caldeira de produção de vapor

Medida 1

Verificar se o tamanho da caldeira é adequado para satisfazer as necessidades actuais da empresa, considerando trocá-la por uma mais pequena se for demasiado grande ou instalar uma suplementar mais pequena para os momentos de menor exigência.

Medida 2

Ponderar a possibilidade, segundo o tipo de processo, de dispor de duas caldeiras diferentes, uma para o processo e outra para climatização, podendo desta forma reduzir consumos, desligando-se a caldeira de climatização nos períodos em que não se justifique.

Medida 3

Rectificar o correcto isolamento da caldeira e de todas as tubagens de distribuição, válvulas e acoplamentos, evitando perdas desnecessárias de calor.

Medida 4

Analisar a correcta escolha do combustível usado e, caso necessário, estudar a possibilidade de substituir o tipo de combustível usado em função das características do processo e dos equipamentos disponíveis. De forma geral, a escolha de gás natural como o combustível a utilizar é a opção mais eficiente. O rendimento de uma caldeira de gás natural é superior ao de outras com as mesmas características mas diferentes combustíveis, reduzindo as emissões de CO₂ e de contaminantes como o SO₂.

4.2.7. Fornos de cozedura, fornos de secagem e fornos cerâmicos

Medida 1 - fornos intermitentes

Evitar que os fornos estejam a funcionar mais tempo do que o necessário, razão porque é preciso conhecer os tempos de aquecimento e cozedura. Reduzir os períodos de pré-aquecimento e os tempos nos quais permanecem sem carga.



Figura 30 – Forno intermitente

Medida 2 - fornos intermitentes

Nos tempos de espera entre as cargas do forno superiores a meia hora desligar o equipamento, pois se este estiver bem isolado conservar-se-á o calor, e quando for necessária a sua utilização conseguir-se-á novamente a temperatura desejada com menor esforço de energia.

Medida 3

Aproveitar o calor dos gases de exaustão dos fornos e o calor residual do ar dos processos de secagem para diversos fins, como o aquecimento de água para processos industriais de secagem, pré-aquecimento de ar de combustão, ou águas quentes sanitárias.

4.2.8. Recuperação de calor

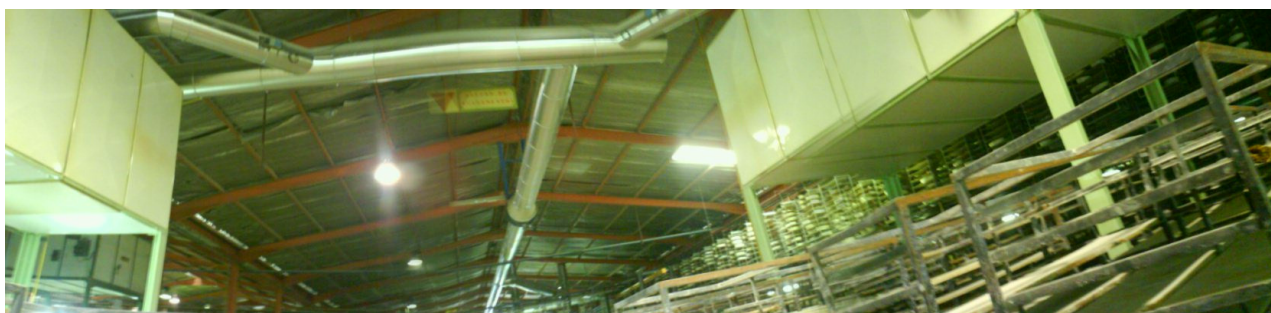


Figura 31 - Sistema de condutas de recuperação de ar quente de um forno para secadores

Medida 1

Se for necessária água quente ou vapor, para o processo, analisar a possibilidade de produzir mediante a utilização de caldeiras de recuperação aquecidas a partir do calor dos gases de combustão de alta e média temperatura de fornos, outras caldeiras de vapor ou motores de cogeração.

Medida 2

A água das caldeiras pode ser pré-aquecida através da instalação de permutadores, que permitem aquecer a água recuperando o calor dos gases de combustão. Para isto deve garantir-se que se trata de uma caldeira de condensação, pois disso dependerá a temperatura mínima admissível dos gases de combustão para garantir que não ocorra corrosão nas condutas de exaustão da caldeira.

De um modo geral, por cada 1°C de aumento da temperatura da água de alimentação obtém-se uma diminuição de 4°C da temperatura dos gases de combustão, desde que se mantenham os caudais de massa de ambas as correntes — água e ar — constantes.

Medida 3

Caso seja necessário aquecer água, analisar a possibilidade de instalar condensadores de vapores residuais.

Medida 4

O aquecimento do ar de combustão aumenta a temperatura da câmara de combustão e diminui o excesso de ar. Este processo pode fazer-se aproveitando o calor dos gases de combustão, instalando permutadores ar-ar na conduta de exaustão dos gases de fornos, secadores ou caldeiras.

Medida 5



Figura 32 - Sistema de condutas de recuperação de ar quente de um forno

Analisar a formação de fuligens ou incrustações, as quais actuam como isolantes, reduzindo a eficiência do equipamento. Para as evitar, estudar a possibilidade de instalar sopradores para as limpezas das superfícies de permuta. Acompanhar esta medida com aditivos ao combustível para reduzir os problemas de sujidade e corrosão nos equipamentos de recuperação.

4.2.9. Recuperação de calor em condensados

Medida 1

Avaliar a possibilidade de aproveitar de forma directa os condensados através de um sistema de injecção directa no circuito de alimentação às caldeiras, com adequado tratamento prévio das águas, se necessário.

Medida 2

No caso de não ser possível o aproveitamento directo dos condensados, estudar a possibilidade de um aproveitamento indirecto através de permutadores.

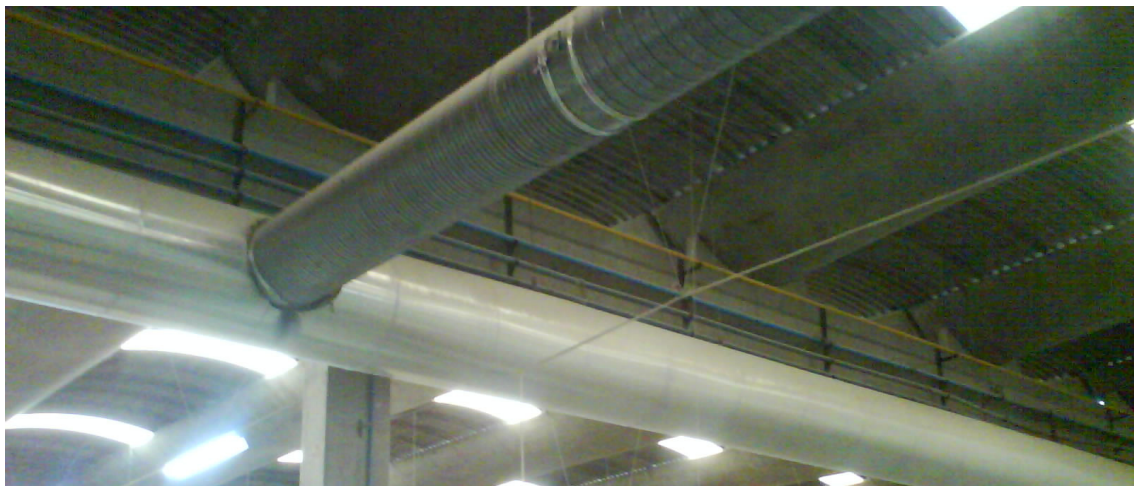


Figura 33 - Condução de recuperação de calor sem isolamento ligada a uma condução com isolamento

Medida 3

Avaliar a possibilidade de aproveitar o calor do circuito de refrigeração tendo em conta a sua temperatura e nível de contaminação.

- Pode recuperar-se o calor das águas de refrigeração, injectando-o directamente na caldeira ou misturando-o com a água de compensação no depósito de alimentação, no caso de águas não contaminadas, ou após tratamento adequado no caso de estarem contaminadas.
- No caso de águas contaminadas também se pode dimensionar o seu aproveitamento com recurso a permutadores.
- Pode recuperar-se o calor da água do circuito de refrigeração através de bombas de calor.

Medida 4

Analisar a possibilidade de instalar secadores recuperativos que permitam recuperar calor aproveitando-o para processos de secagem de produtos.

Medida 5

Avaliar a possibilidade de substituir as torres de refrigeração por circuitos fechados e aproveitar, através deles, a energia térmica dissipada, por exemplo, em sistemas de aquecimento.

Medida 6

Outra medida para que o aproveitamento dos condensados seja maximizado consiste em evitar perdas de calor, assegurando para isso que o isolamento das tubagens de fluido térmico é o correcto e que não existem fugas em tubagens, válvulas e acessórios.

4.2.10. Cogeração

A cogeração (*CHP - Combined Heat and Power*) é a forma mais eficaz de utilização de um combustível. Entende-se por cogeração a produção simultânea de energia térmica e energia mecânica (que pode converter-se em eléctrica), a partir de um único combustível.

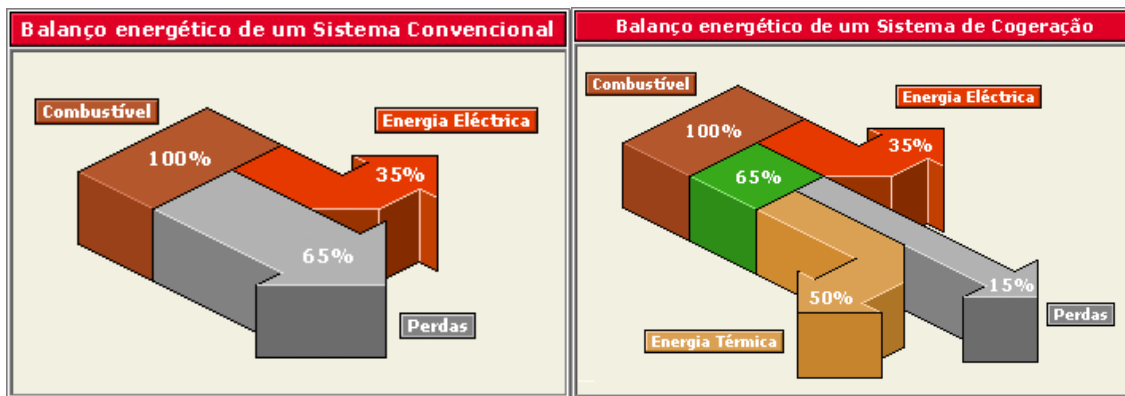


Figura 34 – Comparação entre um sistema convencional de produção de energia e um sistema de cogeração [www.eficiencia-energetica.com]

Assim, através da cogeração, é possível aproveitar o calor antes perdido, aumentando a eficiência energética do processo, podendo a produção de energia eléctrica representar 25% a 40% da energia contida no combustível, e a energia térmica 30% a 50 % da energia contida no combustível.

Entre as tecnologias mais utilizadas em sistemas de cogeração contam-se:

- Turbinas a gás,
- Turbinas de vapor
- Motores alternativos de ciclo OTTO
- Motores alternativos de ciclo Diesel
- Células de combustível

A implementação dos diferentes sistemas é estabelecida pela relação entre as necessidades de energia térmica e eléctrica, os custos da instalação e da exploração e os níveis de emissões e de ruídos.

Estes sistemas, não reduzem o consumo de energia para um determinado fim, uma vez que as necessidades energéticas são as mesmas, mas apresentam diversas vantagens em relação aos sistemas de produção energia convencionais.

Vantagens:

- Garantia de abastecimento de energia térmica à instalação.
- Garantia de autonomia de operação em contínuo da unidade fabril sem falhas ou cortes de fornecimento de energia eléctrica.

- Elevada eficiência de conversão da energia primária que permite uma redução substancial dos encargos energéticos de produção.
- Possibilidade de obtenção de preços mais competitivos de combustíveis face aos descontos de quantidade normalmente praticados pelos fornecedores.
- Possibilidade de obter uma receita proveniente da venda da energia eléctrica à rede pública.
- Garantia quanto às receitas provenientes da venda de energia eléctrica à rede pública.
- Contribui para diminuir as perdas de energia no transporte e distribuição da energia eléctrica pelo facto de ser produzida junto aos locais de consumo.
- Contribui para a redução das emissões de gases de efeito de estufa.

Desvantagens:

- Uma das desvantagens da cogeração é o calor só poder ser usado perto do centro produtor, devido à dificuldade no transporte da energia térmica (perdas térmicas nos sistemas de transporte).
- O investimento pode ser relativamente elevado embora apresente bons retornos de investimento.
- Não é possível de implementar um sistema de cogeração se não existirem equipamentos consumidores de energia térmica em número suficiente que garantam a eficiência de operação da instalação.
- Para que estes sistemas se tornem mais interessantes do ponto de vista económico e se torne possível vender a energia produzida é necessário que sejam ligados à rede eléctrica pública, o que nem sempre é possível, e nestes casos o período de retorno do investimento pode deixar de ser tão interessante.

Medida 1

Analisar a possibilidade de instalação de um sistema de cogeração é uma tarefa complexa que exige estudos detalhados mas que pode ser determinante para a empresa em termos de economia de encargos energéticos.

4.2.11. Produção de água quente e vapor por energia solar

É um dos sistemas de aproveitamento da energia solar mais extenso. Consiste em aquecer um fluido a partir da captação da radiação solar. O meio para conseguir esta acumulação de temperatura faz-se através de colectores.

Medida 1

Verificou-se que a integração de painéis solares térmicos para captação de energia solar térmica, para aquecimento de água, pode ser integrada em ambientes industriais, de modo a suprimir parte das necessidades de combustíveis fósseis, normalmente utilizados para este efeito.



Figura 35 – Colectores solares planos [www.sunandclimate.com]

Medida 2

Um conceito ainda em desenvolvimento, para apurar melhorias de eficiência, é o conceito de linha de focagem parabólica com superfície espelhada segmentada, usando o princípio de Fresnel. Um reflector de Fresnel linear é um sistema de focagem com base numa superfície plana, sendo a radiação solar concentrada num tubo absorvente usando um arranjo de reflectores planos. Trata-se da tecnologia CLFR - *Compact Linear Fresnel Reflector*, na qual a óptica concentradora (característica da concentração do tipo parabólico a um eixo) é aproximada por espelhos quase planos colocados no mesmo plano horizontal e reflectindo a radiação solar para a parte inferior de um conjunto de tubos, fixos, a uma altura adequada, onde é feita a produção directa de vapor de água, pressurizado.

Apesar de este sistema ainda ser recente, no que toca à sua comercialização, já foram apresentados tempos de *payback* de investimento de entre 8 e 12 anos.



Figura 36 – Concentrador linear Fresnel [www.mirroxx.com]

4.2.12. Parede Solar para Aquecimento de Ar

A tecnologia de parede solar fornece energia, sob a forma de calor, utilizada para diversos fins, através do aquecimento do ar exterior. É um sistema composto por um colector solar plano perfurado com um sistema interno de fixação à envolvente exterior do edifício criando assim um espaço de ar.

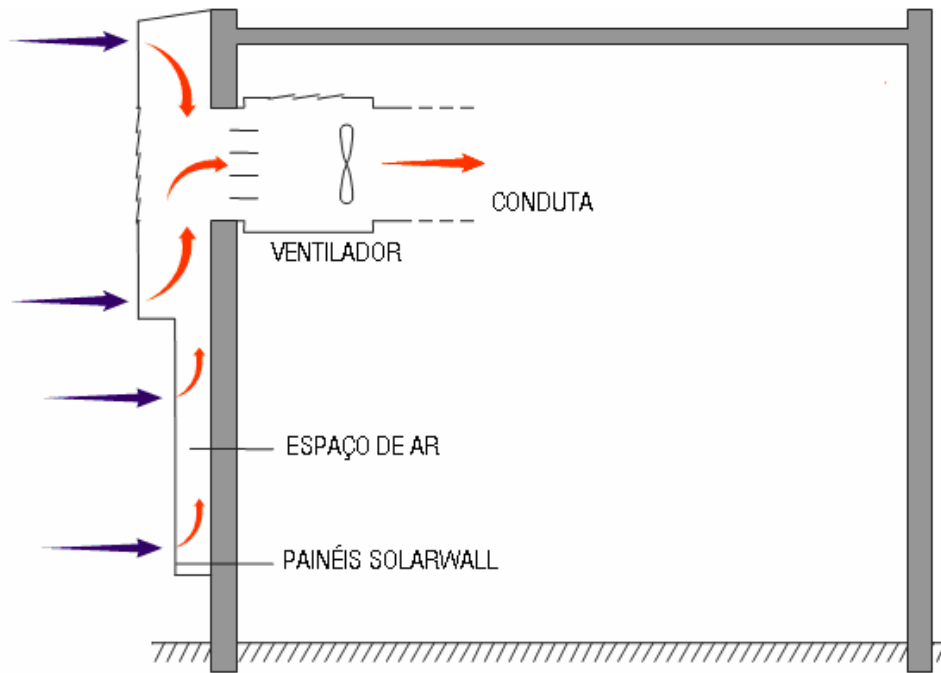


Figura 37 – Esquema de funcionamento de um parede solar [www.solarwall.com]

Este sistema tem como principais vantagens:

- Manutenção reduzida;
- Não poluente - usa exclusivamente fontes renováveis;
- Em situações em que as necessidades de ar quente são menores o sistema, o excesso de calor pode ser dissipado pela parte superior do sistema.

No que toca às desvantagens:

- O rendimento é influenciado pela orientação e posição de montagem, bem como da exposição solar existente no local.

Medida 1

Analisar a viabilidade de aplicação deste sistema de modo a reduzir o consumo de energias não renováveis, tendo em conta as necessidades de ar quente para a situação em questão.

4.2.13. Produção de electricidade por energia solar

O sistema de aproveitamento da energia solar para produzir energia eléctrica denomina-se por conversão fotovoltaica. Fundamenta-se na aplicação do efeito que se produz ao incidir a luz sobre materiais semicondutores, gerando-se um fluxo de electrões que, em condições adequadas, pode ser aproveitada.



Figura 38 – Painéis Fotovoltaicos

Medida 1

Verificou-se que a integração de painéis solares fotovoltaicos, pode ser integrada em ambientes industriais, complementando as necessidades de electricidade dos sistemas.

4.2.14. Iluminação Solar

O aumento do custo da energia contribui para acelerar o processo de procura de formas de iluminação mais eficientes e baratas.

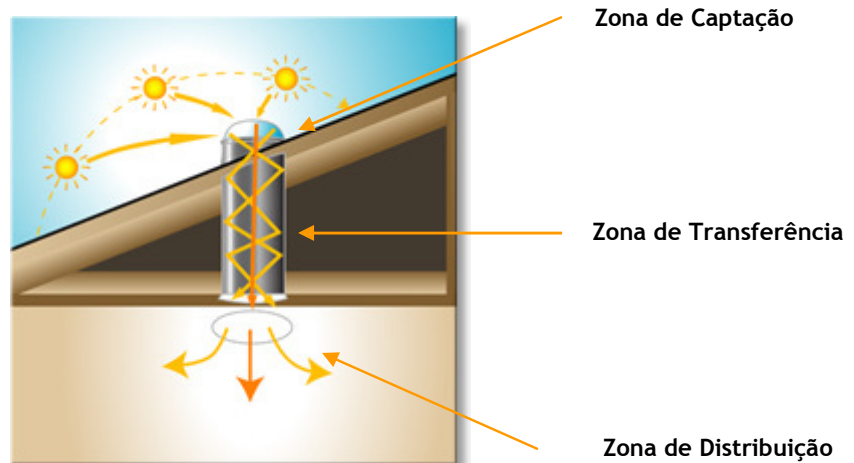


Figura 39 – Esquema de funcionamento de um tubo solar [www.chatron.pt]

Uma das soluções passou pela criação de sistemas de iluminação recorrendo à luz natural que existe de forma gratuita e criar equipamentos que pudessem levar essa luz até aos locais pretendidos.



Figura 40 – Exemplo de aplicação de tubos solares [www.chatron.pt]

O aproveitamento da luz natural solar pode ser feito recorrendo a tubos solares isolados com superfícies reflectoras que captam a luz solar e a direccionam para os espaços que se deseja iluminar.

Esta solução no âmbito da iluminação apresenta as seguintes vantagens:

- Poupança de energia eléctrica
- Redução de emissão de GEE
- Não existe transferência carga térmica permitindo a sua instalação nos mais diversos tipos de serviços e indústria
- Luz natural criando ambientes de conforto

No que toca às desvantagens:

- Existência de um local para a instalação de tubos solares
- Dificuldades de instalação por constrangimentos físicos ou localização dos espaços a iluminar
- Não substitui o sistema de iluminação existente
- Eficiência dos sistemas depende do número de horas sol
- Localização dos espaços a iluminar pode ser um impedimento

Medida 1

Analisar a possibilidade de instalação de iluminação solar que contribui para a redução do uso do sistema de iluminação existente e assim reduzir consumo de energia eléctrica. O potencial de economia de energia alcançado na instalação de sistema de iluminação solar é bastante interessante.

4.2.15. Biomassa

No âmbito da geração de energia, a biomassa pode ser considerada uma energia renovável. Actualmente, certos tipos de biomassa podem ser utilizados como substitutos directos de combustíveis sólidos derivados do petróleo, muito poluentes. Do ponto de vista industrial, a biomassa é usada principalmente em sistemas de queimadores de fornos e caldeiras, e em centrais de cogeração.

Esta forma de energia apresenta as seguintes vantagens:

- É uma fonte de energia renovável
- É relativamente barata
- A sua combustão provoca menos emissões de gases de efeito de estufa do que os combustíveis sólidos derivados do petróleo, que substitui

No que toca às desvantagens:

- Apresenta um poder calorífico menor que outros combustíveis
- Pode ter problemas de armazenamento, dado que por vezes são necessárias condições de temperatura e humidade específicas

- Se a conversão dos equipamentos não for feita correctamente estes podem ver o seu rendimento afectado

Medida 1

Analisar a possibilidade da substituição de combustíveis fósseis por biomassa, tendo em conta as características do processo, dos equipamentos disponíveis bem como a diferença do poder calorífico de ambas formas de energia.

5. Resultados Práticos - Fichas Técnicas

Neste capítulo serão apresentadas as medidas identificadas na recolha de dados, para execução dos diagnósticos energéticos efectuados em quinze empresas do sector cerâmico.

Na primeira secção serão apresentadas medidas de eficiência energética e na segunda secção serão apresentadas as medidas de integração de energias renováveis mais adequadas.

5.1. Medidas de Eficiência Energética

5.1.1. Substituição da Iluminação Existente por um Sistema Mais Eficiente

A substituição da iluminação foi revelada-se uma medida que poderia trazer poupanças importantes, sendo aplicável a todas as empresas abrangidas pelos diagnósticos.



Figura 41 – Exemplo de aplicação de um sistema de iluminação eficiente [www.mor-lite.com]

Exemplo 1 - Iluminação

Numa fábrica de cerâmica utilitária, verificou-se que o sistema de iluminação da nave principal e secundárias poderia melhorar grandemente a sua eficiência, substituindo as lâmpadas fluorescentes existentes por lâmpadas fluorescentes de nova geração - TL5. Substituição de 900 lâmpadas fluorescentes de 58 Watts por lâmpadas de 36 Watts (TL5), mantendo a mesma intensidade luminosa e qualidade de iluminação.

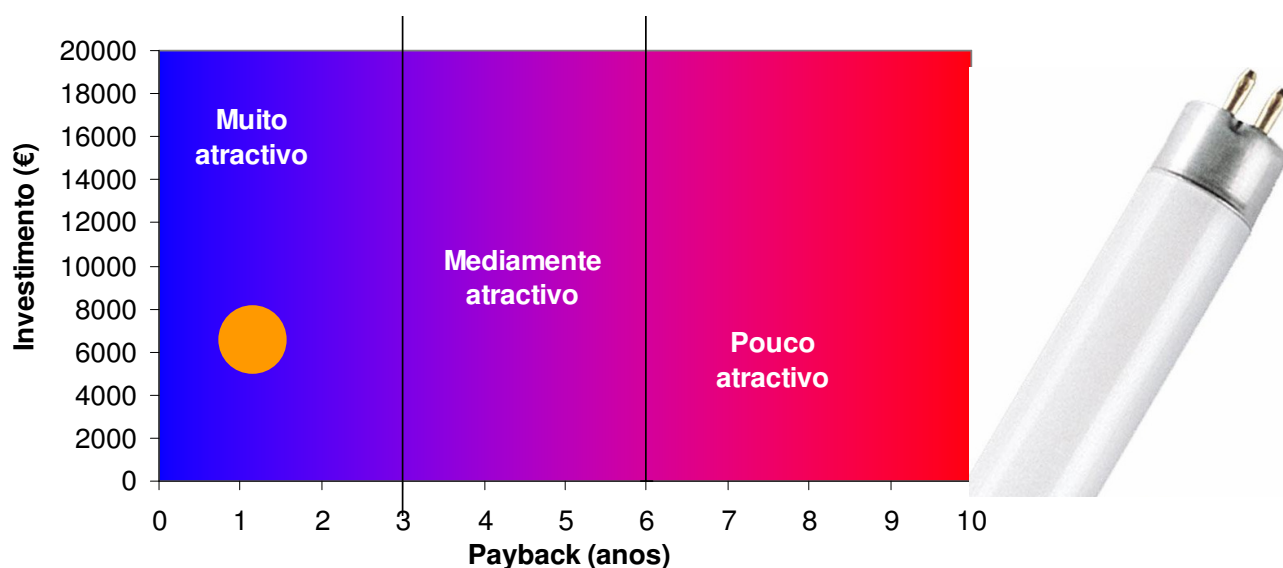
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual da Iluminação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	172 260	15 000	81

Investimento: 6 750 euros

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual da Iluminação [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	65 340	5 700	30.71

Payback: 1 ano e 2 meses

Estimam-se economias de energia na ordem de 38%, em relação à situação original. Verifica-se também que esta medida tem uma boa relação investimento-payback.



Exemplo 2 - Iluminação

A iluminação desta nave fabril era composta por lâmpadas de vapor de mercúrio, para iluminação geral, e por lâmpadas fluorescentes tubulares, para iluminação de equipamentos.

Optou-se pela substituição de 78 lâmpadas de vapor de mercúrio (400 e 200 Watts) por iodetos metálicos (200 e 150 Watts); e pela substituição de 137 lâmpadas fluorescentes de 58 Watts por lâmpadas de 36 Watts (TL5). Em ambas as situações mantendo a mesma intensidade luminosa e qualidade de iluminação.

	Consumo Estimado [kWh/ano]	Custo da iluminação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	113 250	10 192	53.2

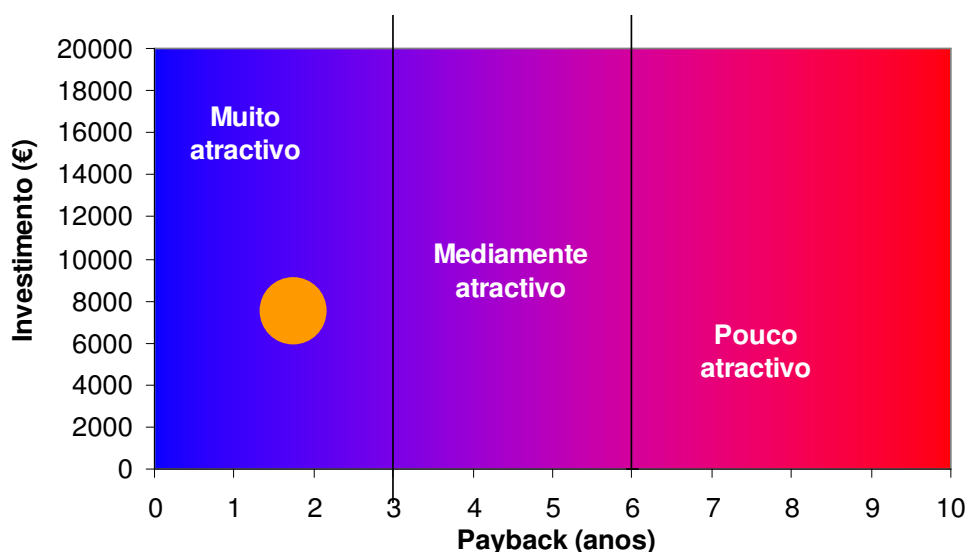
Investimento: 7 500 euros

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual da Iluminação [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	47 440	4 270	22.3

Payback: 1 ano e 9 meses

Estimam-se economias de energia na ordem de 42%, em relação à situação original.

Verifica-se também que esta medida tem uma boa relação investimento-payback.



5.1.2. Instalação de Variadores Electrónicos de Velocidade

A instalação de variadores electrónicos de velocidade (VEV) em motores eléctricos é uma medida muito abrangente. Esta medida pode ser aplicada a todos os equipamentos que contenham motores eléctricos trifásicos. Verificou-se que as situações em que se tornava mais rentável instalar VEVs era em motores de equipamentos de alta potência, de ventiladores e de compressores. Tal como a iluminação, é uma medida transversal e independente do tipo de empresa ou produto.



Figura 42 – Ventilador equipado com variador electrónico de velocidade

Exemplo 1 - Instalação de um variador electrónico de velocidade num ventilador

Instalação de um VEV no ventilador de aspiração de um moinho pendular. O ventilador, sem VEV, absorve uma potência de 75 kW. Esta medida foi aplicada numa fábrica de pavimento e revestimento.

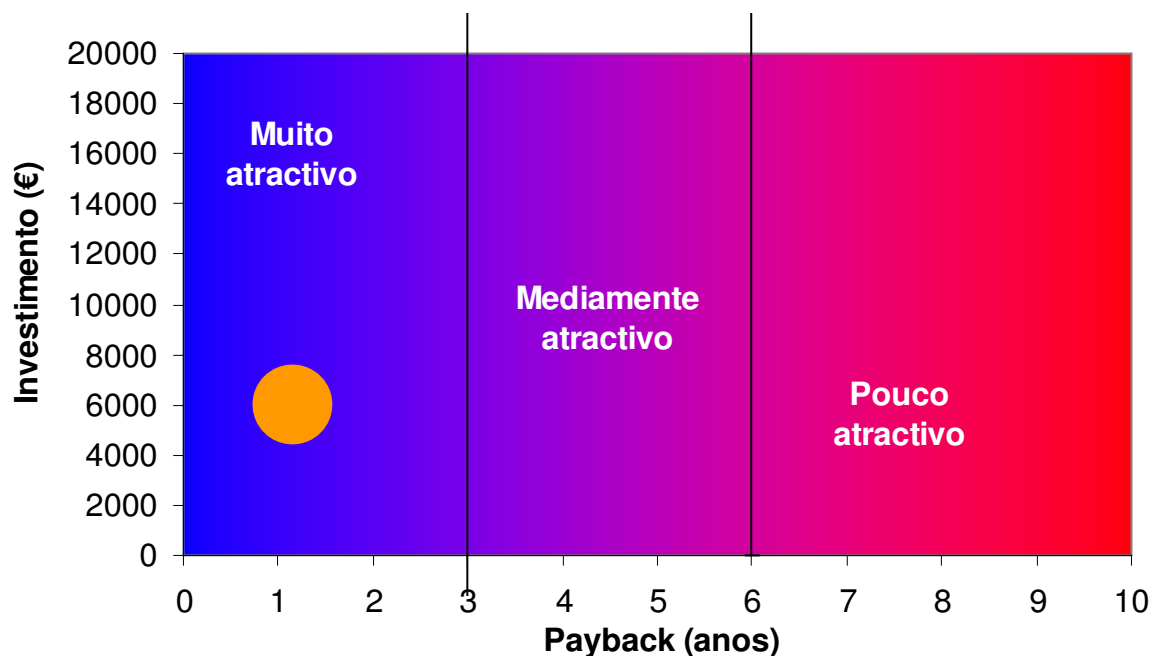
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Operação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	225 720	14 490	106

Investimento: 6 000 euros

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	56 430	3 620	26.5

Payback: 1 ano e 2 meses

Estimam-se economias na ordem de 25%, em relação à situação original. De um maneira geral, a instalação de VEVs proporciona *paybacks* baixos, em relação ao investimento efectuado.



Exemplo 2 - Instalação de um variador electrónico de velocidade numa fieira

Numa fábrica de tijolo, verificou-se que a fieira de extrusão a vácuo não estava equipada com variador electrónico de velocidade. Estimou-se o consumo anual de energia com base na potência do motor e no regime de carga da fieira. O motor da fieira absorve uma potência de 165 kW.

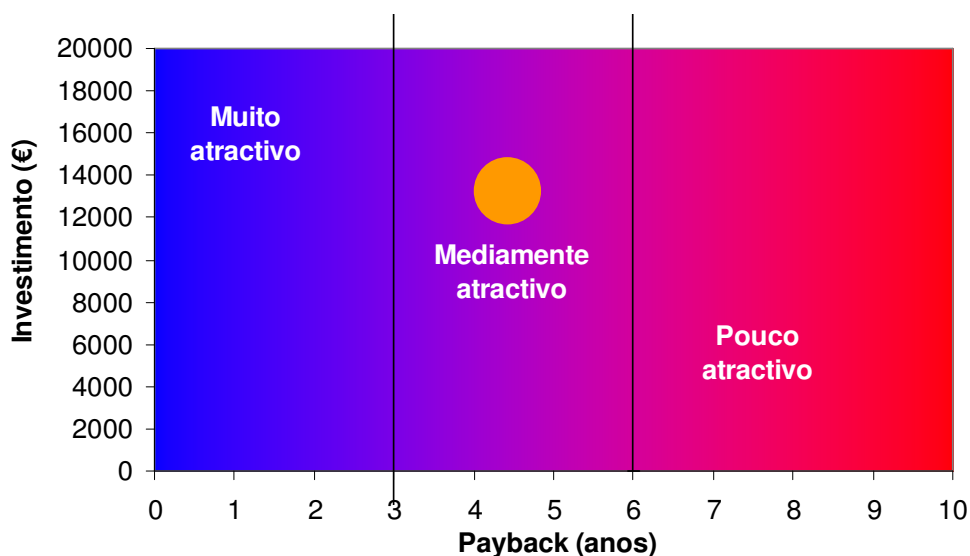
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Operação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	253 464.75	19 887	120

Investimento: 13 200 euros

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	38 019	2 980	17.8

Payback: 4 anos e 5 meses

Estimam-se economias na ordem de 15%, em relação à situação original. A instalação de VEVs em equipamentos com regime de carga variável não é tão vantajoso como em equipamentos com regimes de carga constante. Verifica-se que esta medida tem uma relação investimento-payback média, com um tempo de retorno do investimento superior a 3 anos. Além de reduzir os consumos de energia eléctrica, ajuda a prolongar a vida útil dos equipamentos, pois permite que os arranques e paragens sejam feitos de forma gradual, evitando picos de potência.



Exemplo 3 - Instalação de um variador electrónico de velocidade num compressor

A instalação de VEVs em compressores de ar pode trazer poupanças muito significativas, devido aos regimes de carga a que, normalmente funcionam.

Este exemplo retrata a instalação de um VEV num compressor do tipo carga-vazio. O compressor absorve uma potência de 18 kW.

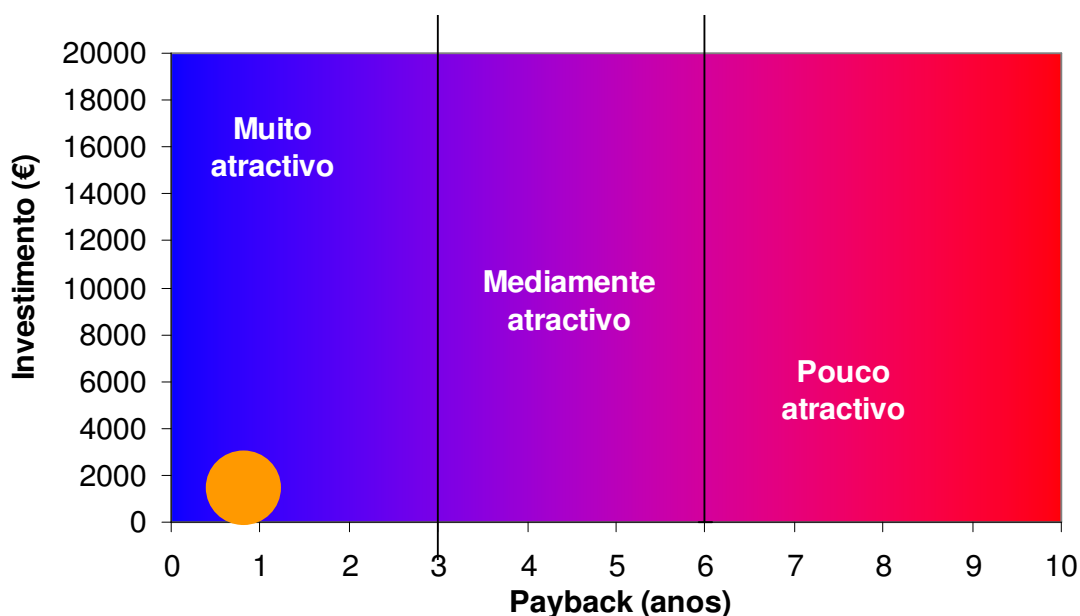
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Operação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	114 048	8 950	53.6

Investimento: 1 440 euros

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	22 809	1 790	10.7

Payback: 10 meses

Estimam-se economias na ordem de 20%, em relação à situação original. Verifica-se que o investimento é baixo, assim como o tempo de retorno - inferior a um ano - o que torna este tipo de investimentos muito atractivo.



5.1.3. Instalação de Isolamento em Condutas

Esta medida consiste na instalação ou substituição do isolamento de condutas de transporte de ar quente. Este ar quente é normalmente proveniente da recuperação de calor do arrefecimento de produtos de fornos, secadores ou exaustão de compressores.

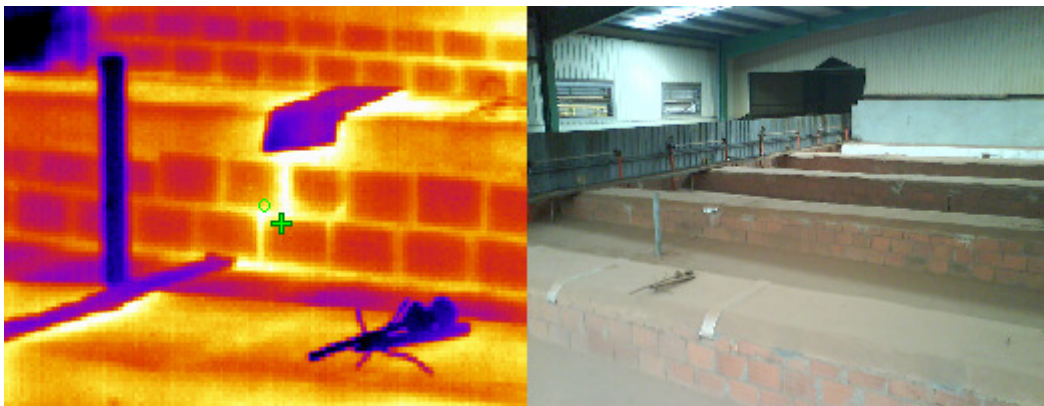


Figura 43 - Termografia da parte superior de uma estufa de secagem de câmaras estáticas, sem isolamento

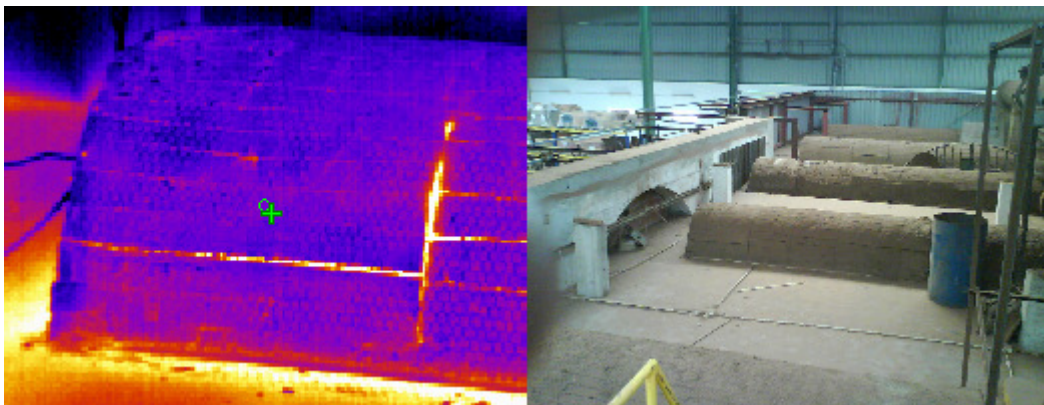


Figura 44 - Termografia da parte superior de uma estufa de secagem de câmaras estáticas, com isolamento

Exemplo 1 - Isolamento em Conduatas

Numa fábrica de cerâmica utilitária verificou-se que grande parte das conduatas de transporte de ar quente, recuperado de um forno, para secagem não estava isolada convenientemente. Deste modo, há desperdícios de energia que podem ser evitados através da instalação de isolamento eficiente.

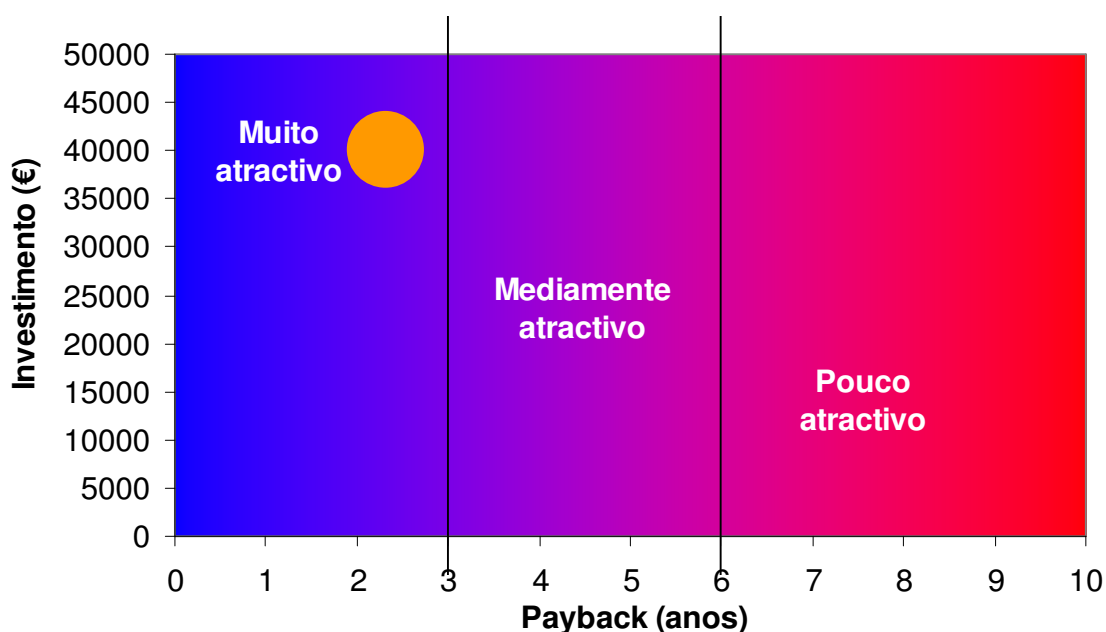
	Desperdício Anual Estimado [m ³ (n)/ano]	Desperdício Anual Estimado [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	59 525	17 560	144

Investimento: 40 000 euros

	Poupança Anual Estimada [m ³ (n)/ano]	Poupança Anual de Gás Natural [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	39 500	11 657	96

Payback: 2 anos e 4 meses

Estimam-se economias na ordem de 66%, em relação à situação original. Verifica-se que o investimento é relativamente alto, mas ainda assim o tempo de retorno é baixo - inferior a três anos - o que torna este tipo de investimento muito atractivo.



Exemplo 2 - Reparação de Isolamento de Conduitas

Verificou-se que o isolamento das conduitas de recuperação de ar de arrefecimento final de um forno de telha estava danificado. A reparação e/ou substituição do isolamento traz benefícios relativamente à poupança de energia.

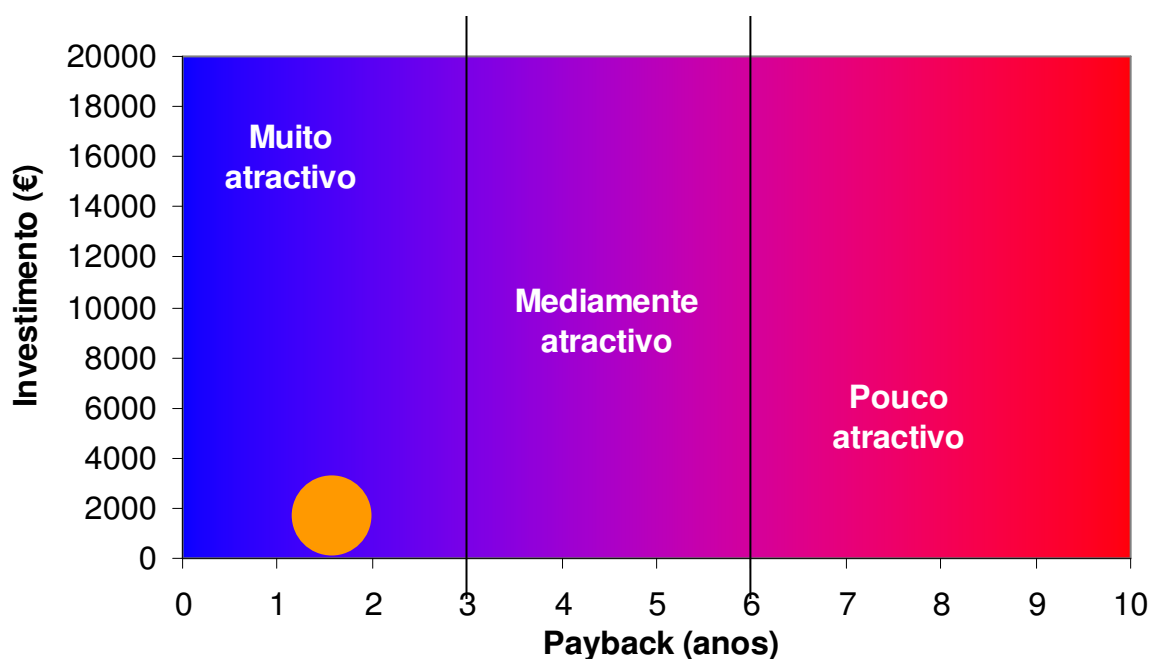
	Desperdício Anual Estimado [m ³ (n)/ano]	Desperdício Anual Estimado [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	7 665.85	2 261	18.6

Investimento: 1 700 euros

	Poupança Anual Estimada [m ³ (n)/ano]	Poupança Anual de Gás Natural [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	3 543	1 092	8.6

Payback: 1 ano e 7 meses

Estimam-se economias na ordem de 46%, em relação à situação original. Verifica-se que a reparação de isolamentos de conduitas tem um *payback* rápido e um investimento relativamente baixo, obtendo-se assim poupanças importantes.



5.1.4. Recuperação de Calor

Nesta secção são estimadas as poupanças que podem ser obtidas através da implementação de recuperações de calor em equipamentos consumidores intensivos de energia térmica.



Figura 45 - Recuperação de ar quente num forno de rolos

Exemplo 1 - Recuperação de Calor

Numa fábrica de pavimento e revestimento examinaram-se as condições de utilização de um forno de rolos. Verificou-se que na zona de arrefecimento final do forno há um caudal de ar quente com potencial de ser recuperado, e que está a ser enviado para o exterior. Este caudal pode ser redireccionado para o moinho pendular de modo a pré-aquecer o ar de moagem.

Antes da aplicação da medida

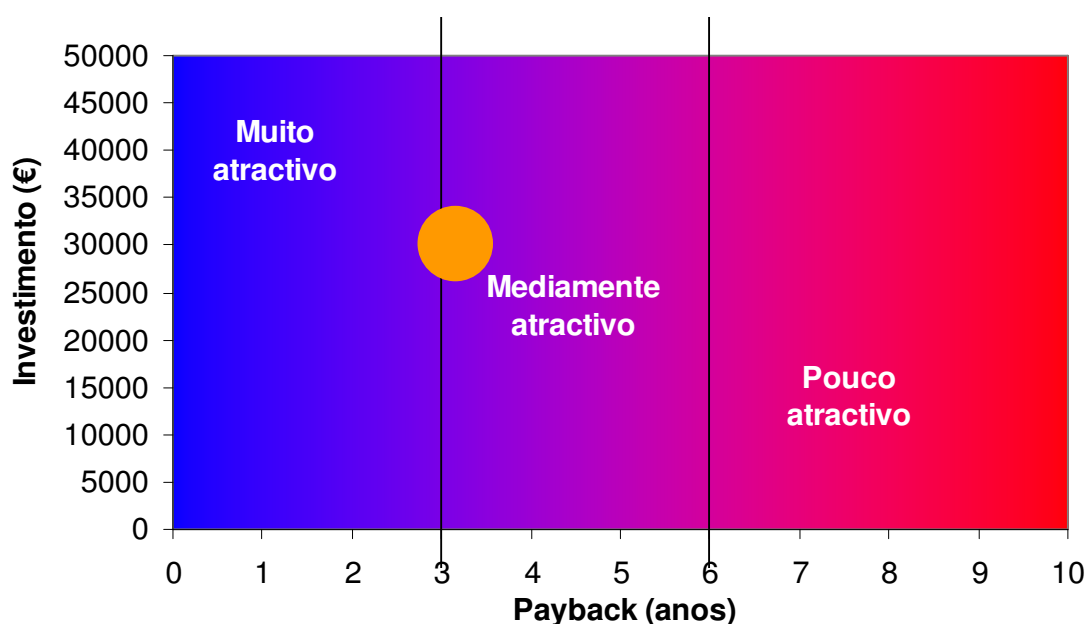
Todo o ar quente é exaurido para a atmosfera

Investimento: 30 000 euros

	Poupança Anual Estimada [m ³ (n)/ano]	Poupança Anual de Gás Natural [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	28 500	9 400	69.2

Payback: 3 anos e 2 meses

Estimam-se economias na ordem de 100%, em relação à situação original. Geralmente, as medidas de recuperação de calor proporcionam uma poupança de encargos elevada. Neste caso verifica-se que o investimento considerado teria um *payback* ligeiramente superior a 3 anos.



Exemplo 2 - Recuperação de Calor

Numa fábrica de cerâmica utilitária com um sistema de recuperação já existente, estudou-se a possibilidade de recuperar o calor libertado pelo arrefecimento de produtos num forno intermitente, inserindo-o directamente no processo de secagem.

Antes da aplicação da medida

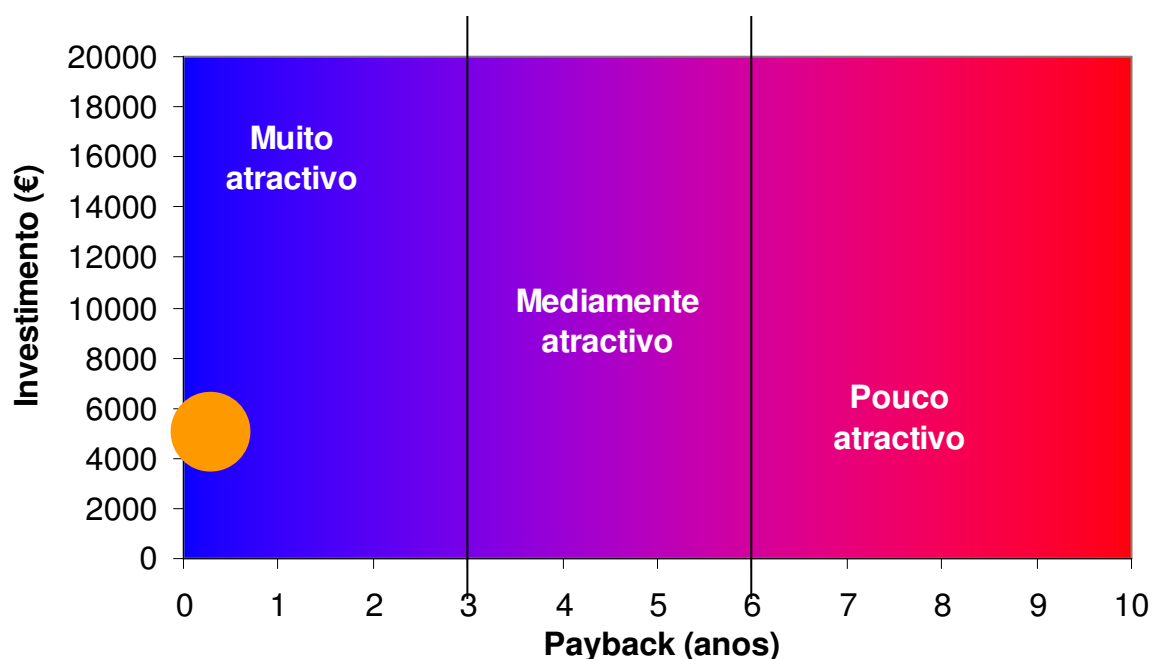
Todo o ar quente é exaurido para a atmosfera

Investimento: 5 000 euros

	Poupança Anual Estimada [m ³ (n)/ano]	Poupança Anual de Gás Natural [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	50 900	15 000	123

Payback: 4 meses

Estimam-se economias na ordem de 100%, em relação à situação original. Devido à existência prévia de um sistema de recuperação, neste caso, o investimento considerado não é tão avultado como no exemplo anterior. Verifica-se um tempo de *payback* muito baixo, de cerca de 4 meses.



5.1.5. Ar Comprimido

O ar comprimido é um dos tipos de energia mais utilizados na indústria transformadora. É também uma das mais caras devido, não só ao investimento inicial em equipamentos e consumo intensivo de energia eléctrica necessária ao seu funcionamento, mas também a utilizações que podem ser deficientes. A implementação de medidas de eficiência energética nesta área pode ajudar a baixar os consumos de electricidade que estão associados à utilização de ar comprimido.



Figura 46 – Exemplos de compressores equipados com motores de alta eficiência e velocidade variável [www.kaeser.com]

Exemplo 1 - Admissão de ar frio nos compressores

Numa fábrica de tijolo verificou-se que a sala do compressor não era arejada convenientemente. Sugere-se que a admissão de ar do compressor seja feita do exterior, melhorando a sua eficiência. Considerou-se que, por cada redução de 4°C do ar admitido, a eficiência de compressão aumentaria em 1%. Em condições normais, a temperatura exterior é sempre mais baixa do que a temperatura no interior da sala de compressores

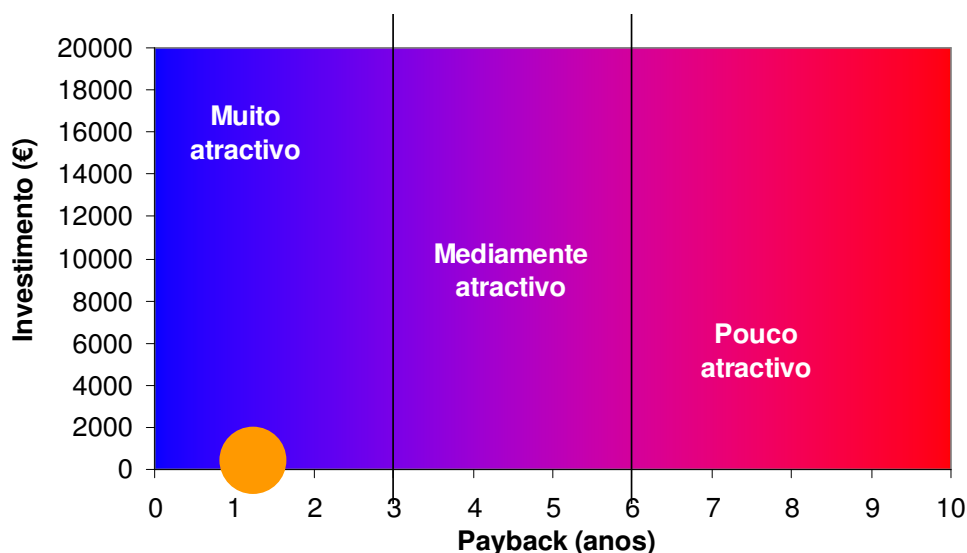
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Operação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO2e/ano]
Antes da aplicação da medida	201 304	14 100	94.6

Investimento: 400 euros

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO2e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	4 700	330	2.2

Payback: 1 ano e 3 meses

Estimam-se economias energéticas na ordem de 2,5%, em relação à situação original. Esta medida consiste em proporcionar ventilação suficiente à sala do compressor para que este possa admitir ar frio. Verificou-se que, nas condições estimadas o investimento tem um tempo de *payback* baixo.



Exemplo 2 - Eliminação de fugas do circuito de ar comprimido

Verificou-se que o sistema de distribuição de ar comprimido de uma fábrica de tijolo tinha fugas. Esta fábrica era alimentada por um compressor de 65 kW de potência. Estimou-se que o caudal de fugas de ar comprimido ascendia aos 15% do total produzido. Com a implementação desta medida pretende reduzir-se o caudal de fugas para 7.5%.

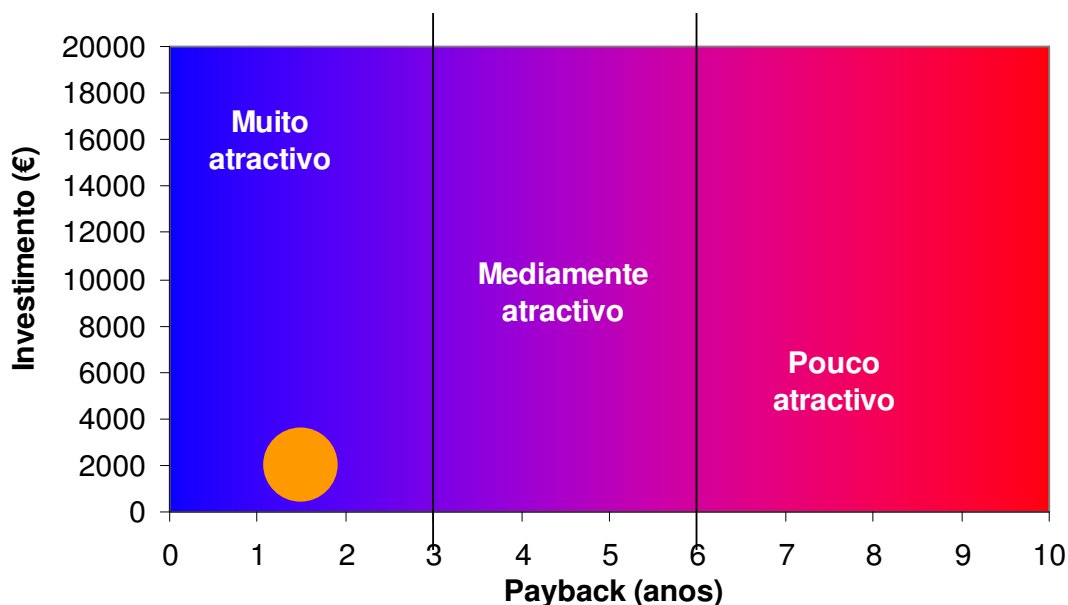
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Operação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Perdas antes da aplicação da medida	58 984	4 464	27.7

Investimento: Variável

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Depois da aplicação da medida	29 492	2 232	13.8

Payback: Inferior a um ano

Estimam-se economias na ordem de 7,5%, em relação à situação original. O investimento para este tipo de medida pode variar muito, dependendo do tipo e tamanho do sistema de ar comprimido. Neste caso considerou-se um investimento de 2000 euros.



Exemplo 3 - Redução da pressão de funcionamento do circuito

O consumo de electricidade de um compressor aumenta consoante a sua pressão de funcionamento. Nesta análise considerou-se que o compressor fornecia 18 m³ de ar comprimido por hora a uma pressão de 8 bar.

Esta medida consiste em baixar a pressão de funcionamento do circuito de ar comprimido para 7.0 bar.

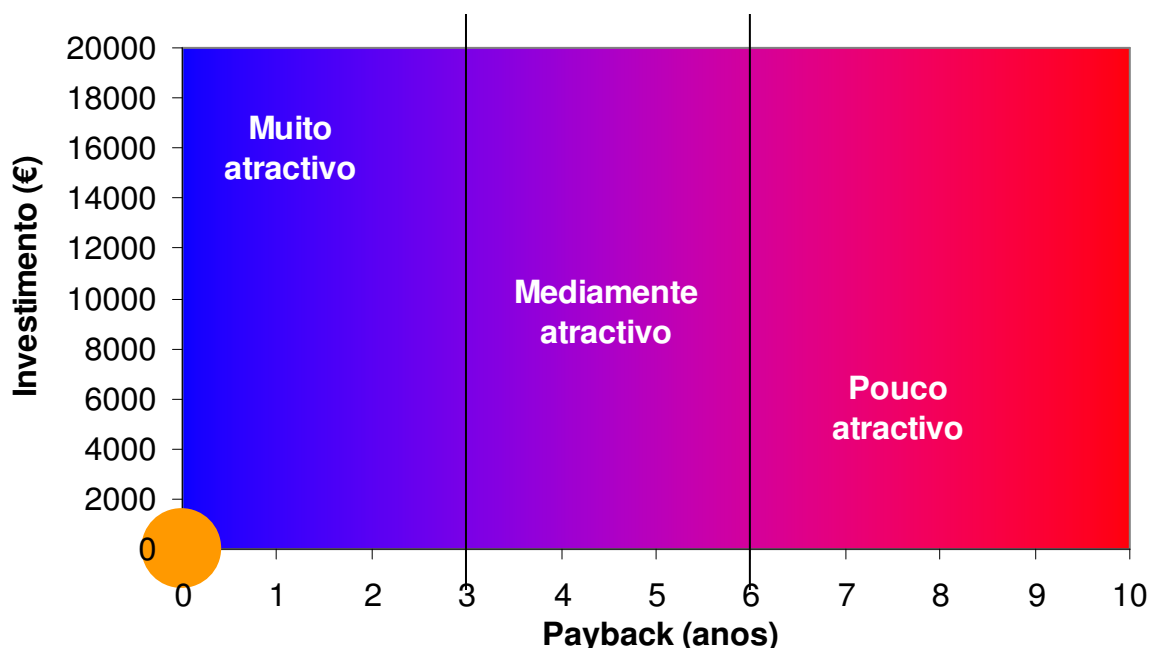
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Operação [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	504 900	40 390	237,3

Investimento: Sem investimento

	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Depois da aplicação da medida	30 300	2 400	14.2

Payback: Imediato

Estimam-se economias de energia na ordem de 6%, em relação à situação original. Um investimento de zero euros apenas pode ser considerado em determinados sistemas de ar comprimido (sistema em anel).



5.1.6. Energia Reactiva

A existência de energia reactiva nas redes de distribuição de energia eléctrica das fábricas pode acarretar vários problemas. Além de o seu consumo ser directamente imputado na factura, a sua existência vai induzir perdas por efeito de Joule na rede, fazendo aumentar assim o consumo de energia activa. A ocupação da rede pela energia reactiva é tanto maior, quanto menor for o factor de potência da instalação.

A medida mais usual para diminuir o consumo de energia reactiva é a instalação de baterias de condensadores. Estes equipamentos fornecem energia reactiva ao consumidor e evitam que esta seja retirada da rede eléctrica.



Figura 47 – Exemplo de uma bateria de condensadores [www.directindustry.es]

Exemplo 1 - Instalação de baterias de condensadores

Através da análise das facturas de uma fábrica de telha verificou-se que havia consumo de energia reactiva. A medida sugerida para a resolução deste problema foi a instalação de um conjunto de baterias de condensadores. A correcção do factor de potência é efectuada por vários conjuntos de baterias de condensadores e a compensação é efectuada de forma global junto ao quadro geral.

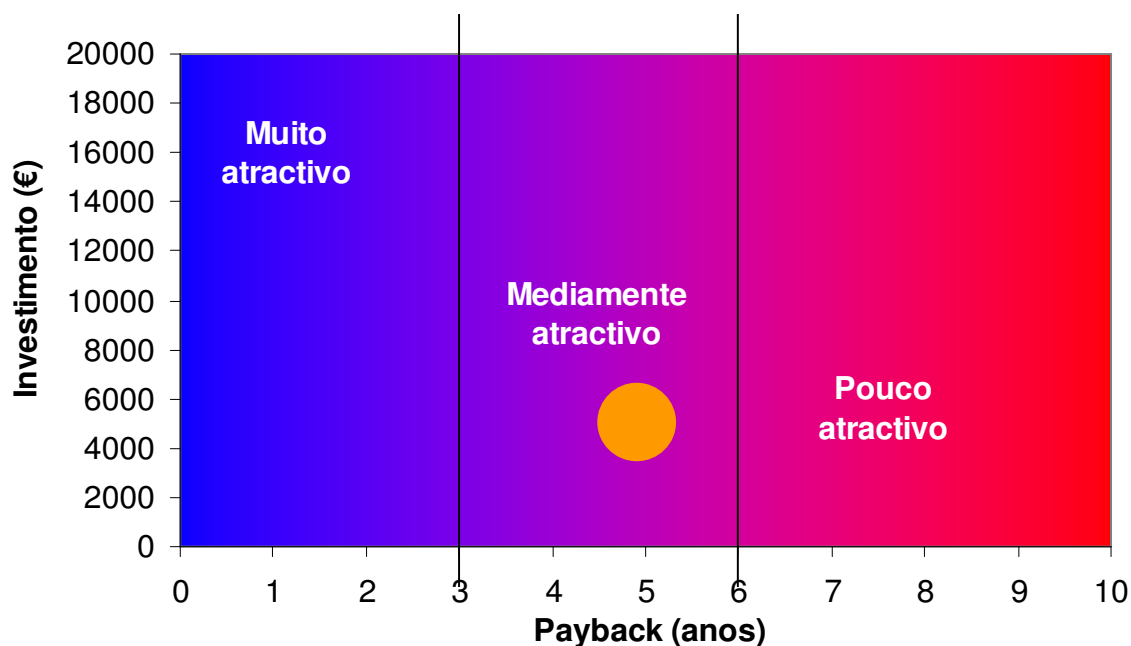
	Consumo Anual Estimado [kVArh/ano]	Custo Anual de Reactiva [€/ano]
Antes da aplicação da medida	57 804	1 020

Investimento: 5 000 euros

	Poupança Anual Estimada [kVArh/ano]	Poupança Anual em Electricidade [€/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	57 804	1 020

Payback: 4 anos e 11 meses

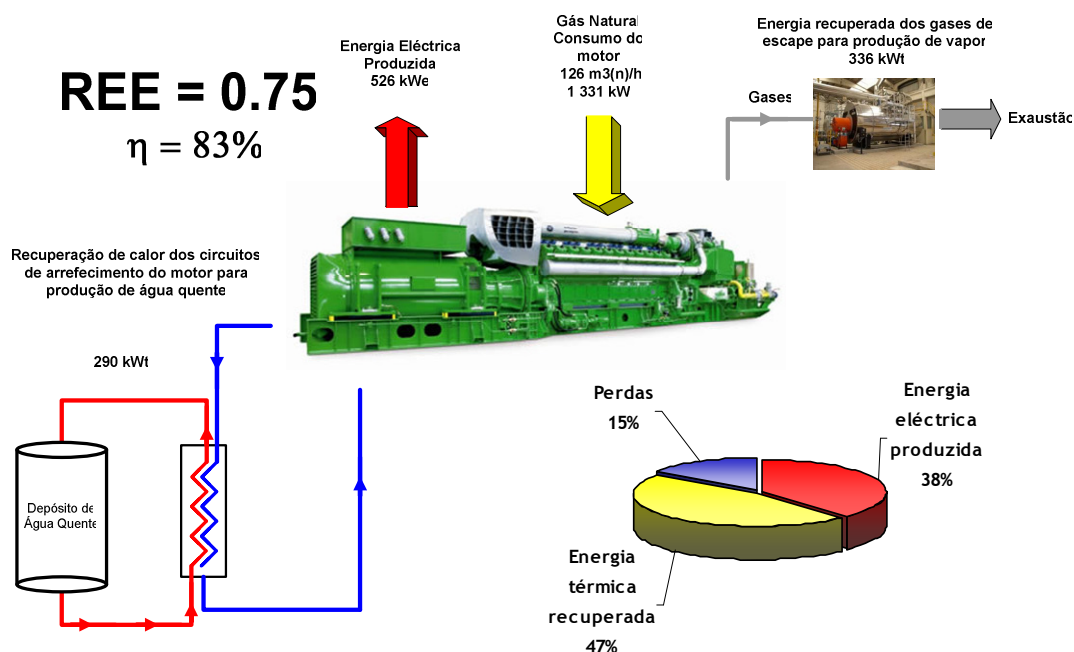
Através da poupança do consumo de energia reactiva, a fábrica vai poupar, não só os custos directos associados a este tipo de energia, mas também os custos indirectos provocados pelas perdas por efeito de Joule que induz na rede. Por isso, assume-se que este investimento é bastante atractivo.



5.1.8. Cogeração

Exemplo 1 - Instalação de um sistema de cogeração com venda de energia eléctrica à rede

Apresenta-se um exemplo de uma instalação recente de um sistema de cogeração para produção de vapor e água quente para o processo fabril.

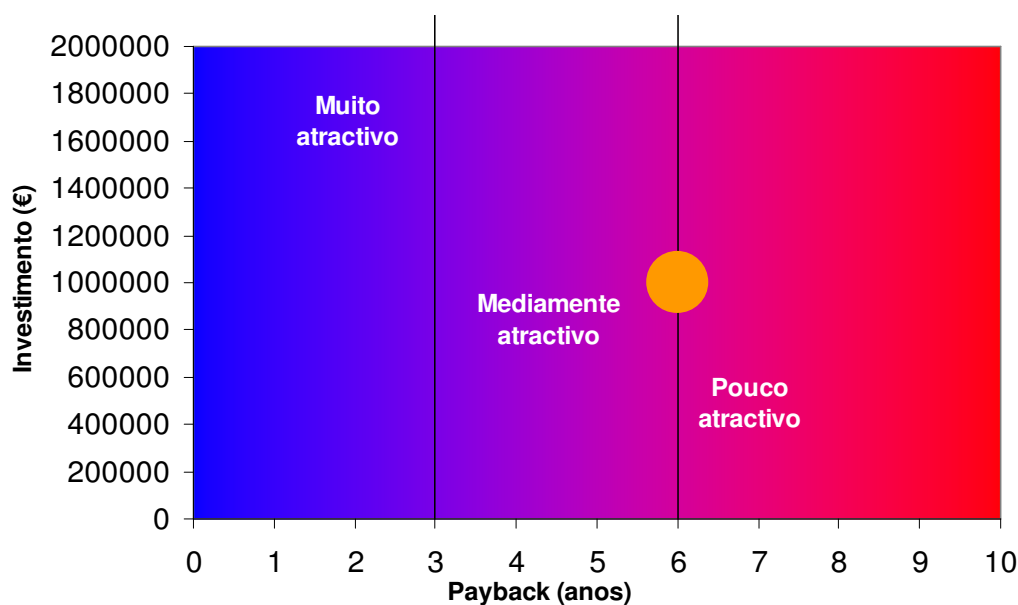


Investimento: 1 000 000 euros

Receitas	kWh	€/ano
Energia produzida e fornecida à rede	1 983 433	317 349
Recuperação térmica	2 614 176	74 478
Total		391 827

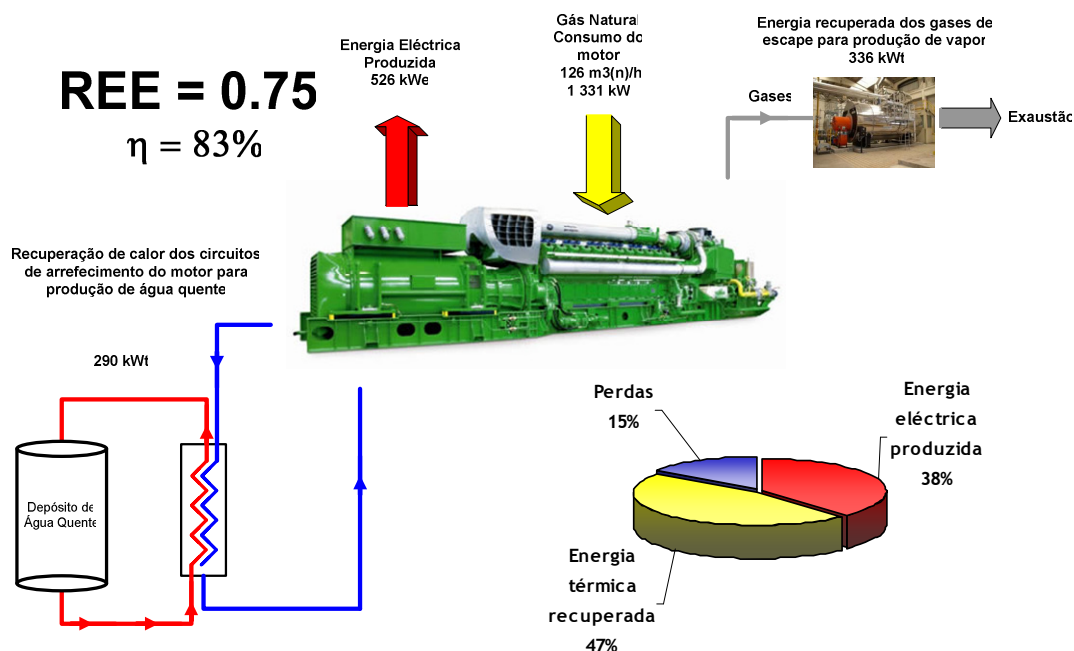
Encargos	€/ano
Gás 529436 m3(n)/ano	158 831
Óleo 2109 kg/ano	3 163
Manutenção	63 261
Total	225 255

Payback: 6 anos



Exemplo 2 - Instalação de um sistema de cogeração em regime de autoconsumo

Neste exemplo e a título ilustrativo, considera-se a instalação de cogeração do exemplo anterior mas neste caso toda a energia eléctrica produzida seria para autoconsumo na unidade fabril . Neste caso a empresa não iria usufruir da receita da venda de energia eléctrica à rede pública.

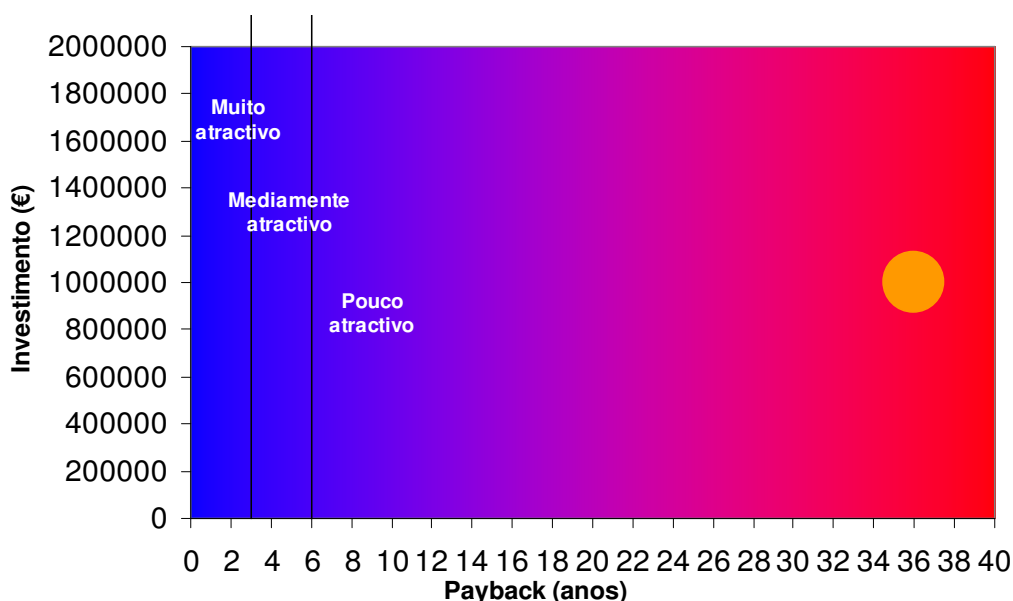


Investimento: 1 000 000 euros

Receitas		
	kWh	€/ano
Energia produzida e fornecida à rede	1 983 433	178 509
Recuperação térmica	2 614 176	74 478
Total		252 987

Encargos		€/ano
Gás	529436 m³(n)/ano	158 831
Óleo	2109 kg/ano	3 163
Manutenção		63 261
Total		225 255

Payback: 36 anos



5.2. Integração de Energias Renováveis na Indústria

O aumento progressivo do custo dos recursos primários da energia situa os diferentes tipos de energias renováveis como opções alternativas que poderão ser mais económicas do que as energias convencionais. Juntamente com as medidas de eficiência energética, proporcionam uma possibilidade de poupança em custos para as empresas, um aumento dos rendimentos e um investimento que pode alcançar benefícios apreciáveis a médio e longo prazo.

5.2.1. Solar Térmica

As áreas principais onde se verificou ser possível esta integração foi no aquecimento de águas para balneários, para pré-aquecimento de águas para caldeiras e aquecimento de águas para secções de decalques.



Figura 48 - Painéis solares térmicos [www.energiasrenovaveis.com]

Exemplo 1 - Instalação de Colectores Solares Planos

A secção de decalques de uma fábrica de cerâmica utilitária tem uma necessidade diária de água quente de cerca de 1 000 litros. Esta água é, actualmente, aquecida com recurso a dois esquentadores a gás natural. A integração de colectores solares planos no processo pode trazer poupanças consideráveis de combustível. De modo a suprimir esta necessidade considerou-se a instalação de 14 m² de painéis.

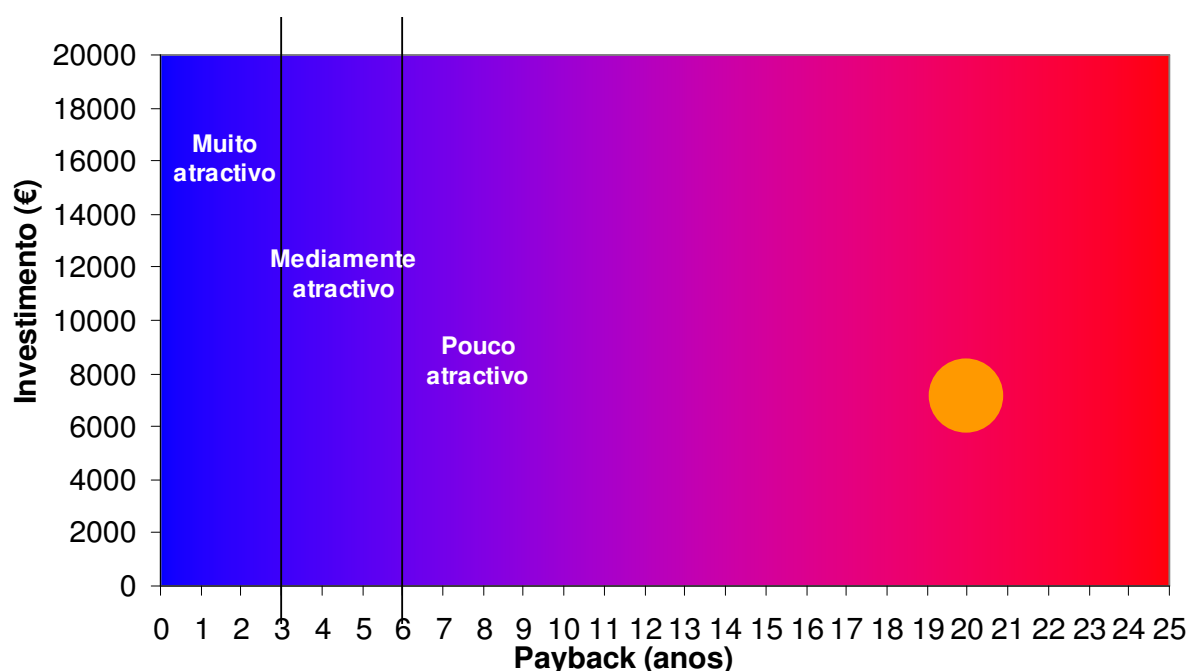
	Consumo Anual Estimado [m ³ (n)/ano]	Custo Anual de Combustível [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	1 210	350	2.9

Investimento: 7 150 euros

	Poupança Anual Estimada [m ³ (n)/ano]	Poupança Anual de Gás Natural [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	1 210	350	2.9

Payback: 20 anos

Para manter um funcionamento constante e regular este sistema deve estar complementado com sistemas de *backup*, para o caso de não haver sol suficiente para aquecer a água.



Exemplo 2 - Instalação de Colectores Solares Planos

Verificou-se que os balneários de uma fábrica tinham uma utilização muito intensiva, com cerca de 450 banhos por dia, perfazendo uma necessidade total de 18 000 litros de água quente por dia. Esta água é, actualmente, aquecida com recurso a três caldeiras modulares a gás natural. A integração de colectores solares planos no processo pode trazer poupanças consideráveis de combustível. De modo a suprimir esta necessidade considerou-se a instalação de 257 m² de painéis.

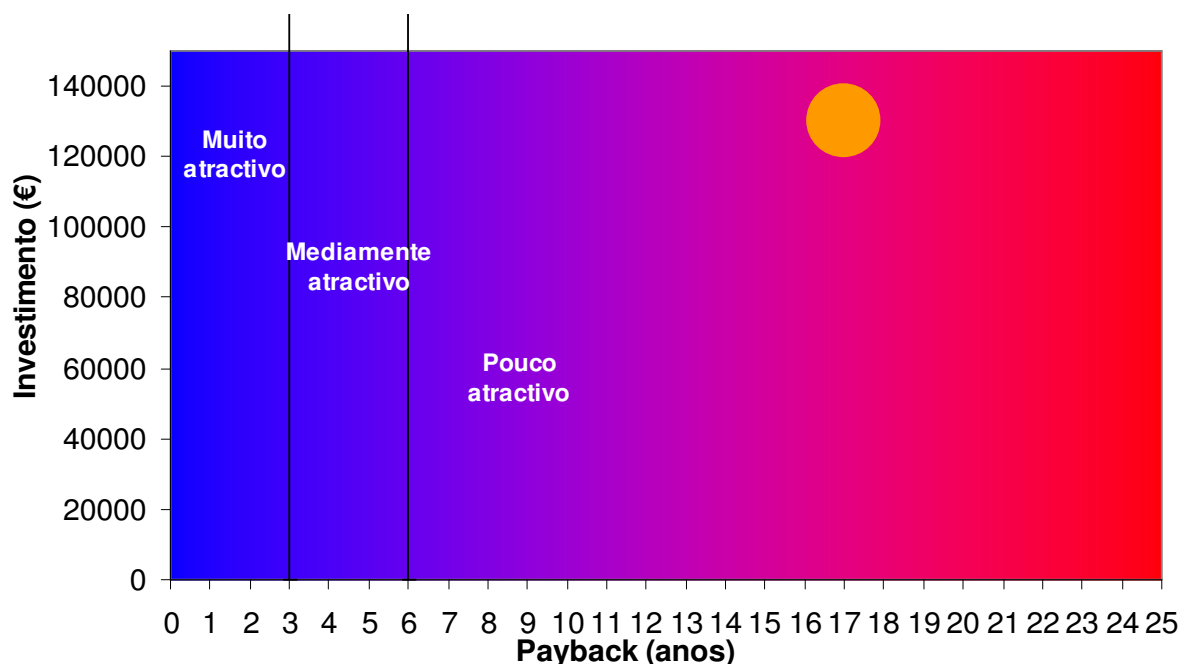
	Consumo Anual Estimado [m ³ (n)/ano]	Custo Anual de Combustível [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	25 806	7 480	62.6

Investimento: 130 000 euros

	Poupança Anual Estimada [m ³ (n)/ano]	Poupança Anual de Gás Natural [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	25 806	7 480	62.6

Payback: 17 anos

Para manter um funcionamento constante e regular este sistema deve estar complementado com sistemas de *backup*, para o caso de não haver sol suficiente para aquecer a água.



5.2.2. Solar Fotovoltaica

Verificou-se que a energia solar fotovoltaica, para fornecimento de energia eléctrica, pode ser integrada em ambientes industriais, de modo a suprimir parte do consumo total de energia. Nos casos analisados, a potência fotovoltaica a instalar foi dimensionada de acordo com as necessidades de energia eléctrica dos sistemas de iluminação das fábricas.

Constata-se que actualmente a energia fotovoltaica só é economicamente viável quando a instalação é abrangida pelo sistema de subvenção financiado pelo Estado. No entanto os valores por kWp estão a descer de ano para ano, prevendo-se que a curto prazo passe a ser economicamente viável, mesmo sem apoios do Estado.



Figura 49 - Painéis solares fotovoltaicos [www.rechargenews.com]

Exemplo 1 - Instalação de painéis fotovoltaicos em regime de subvenção

Após o levantamento da informação relativa à iluminação de uma fábrica de tijolo, verificou-se que esta era principalmente constituída por lâmpadas de vapor de mercúrio de 400 Watts, perfazendo um total de 7.4 kW de potência instalada. Esta medida consiste na instalação de 56 m² de painéis fotovoltaicos, dimensionados de acordo com as necessidades de energia eléctrica do sistema de iluminação.

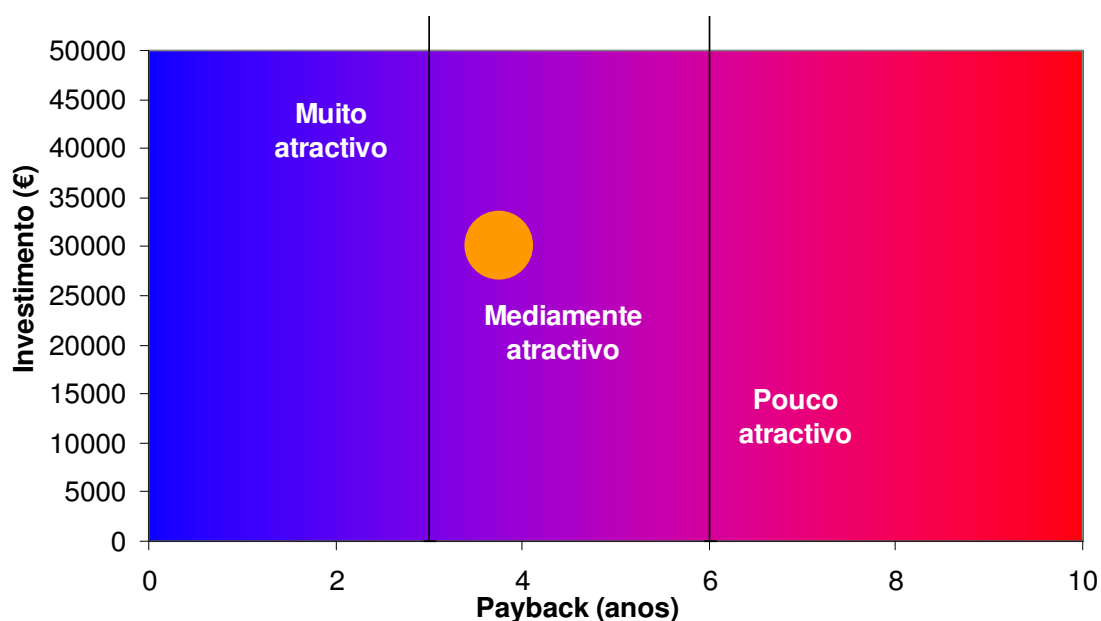
	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Energia Eléctrica [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	102 000	7 200	48.2

Investimento: 30 000 euros

	Produção Anual Estimada [kWh/ano]	Proveitos Anuais da Venda à Rede [€/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	12 000	7 800	5.6

Payback: 3 anos e 9 meses

Para manter um funcionamento constante e regular, este sistema deve estar ligado à rede eléctrica. Graças às tarifas especiais, o *payback* deste investimento torna-se bastante interessante - 3 anos e 9 meses.



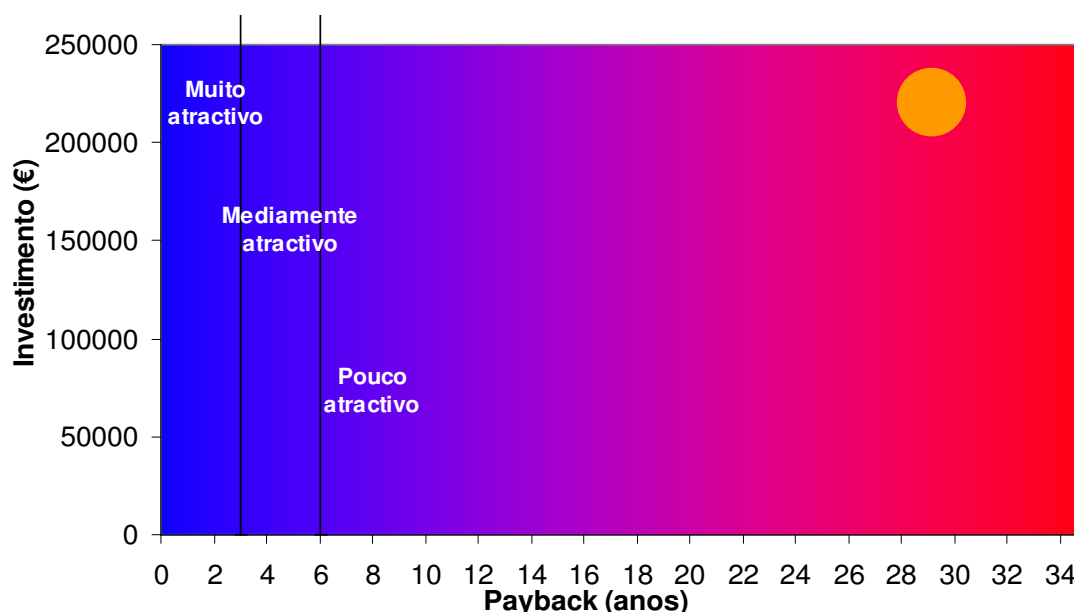
Exemplo 2 - Instalação de painéis fotovoltaicos em regime de auto-consumo

Após o levantamento da informação relativa à iluminação de uma fábrica de cerâmica utilitária, verificou-se que esta era constituída por uma grande quantidade de lâmpadas fluorescentes tubulares de 58 Watts, perfazendo um total de 52 kW de potência instalada. Esta medida consiste na instalação de 413 m² de painéis fotovoltaicos, dimensionados para suprimir parte das necessidades de energia eléctrica do sistema de iluminação.

	Consumo Anual Estimado [kWh/ano]	Custo Anual de Energia Eléctrica [€/ano]	Emissões de GEE [tCO ₂ e/ano]
Antes da aplicação da medida	172 260	14 760	81
Investimento: 220 000 euros			
	Produção Anual Estimada [kWh/ano]	Poupança Anual Estimada [kWh/ano]	Emissões de GEE Evitadas [tCO ₂ e/ano]
Economias obtidas com aplicação da medida	88 000	7 500	41.3

Payback: 29 anos e 2 meses

Estimaram-se tempos de retorno de investimento muito longos, quando se pressupôs a utilização do regime de auto-consumo. Sem o subsídio fornecido pelo estado, através da tarifa de venda de energia eléctrica à rede, os sistemas fotovoltaicos ainda não são economicamente competitivos.



6. Considerações Finais

6.1. Conclusões Específicas

Considerando a amostra das 14 empresas que participaram no projecto estimou-se um potencial de economia de energia que se ilustra nas figuras seguintes.

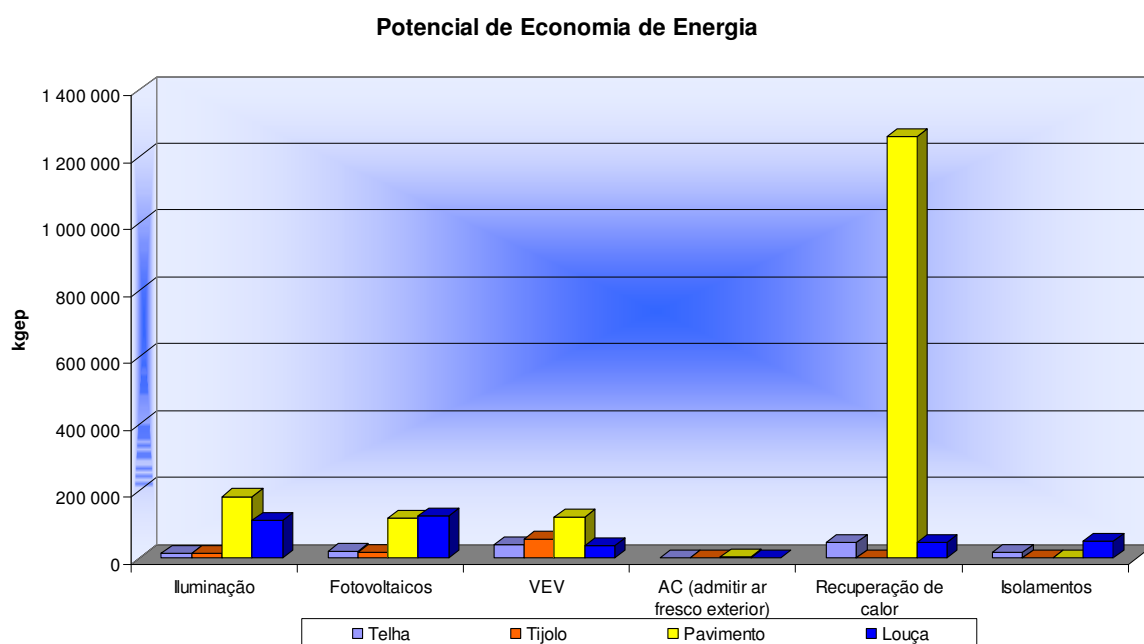


Figura 50 – Potencial de economia de energia

Através da análise efectuada, verifica-se que a medida que tem maior impacto na redução dos consumos de energia e emissões de gases de efeito de estufa é a que está relacionada com a recuperação de calor.

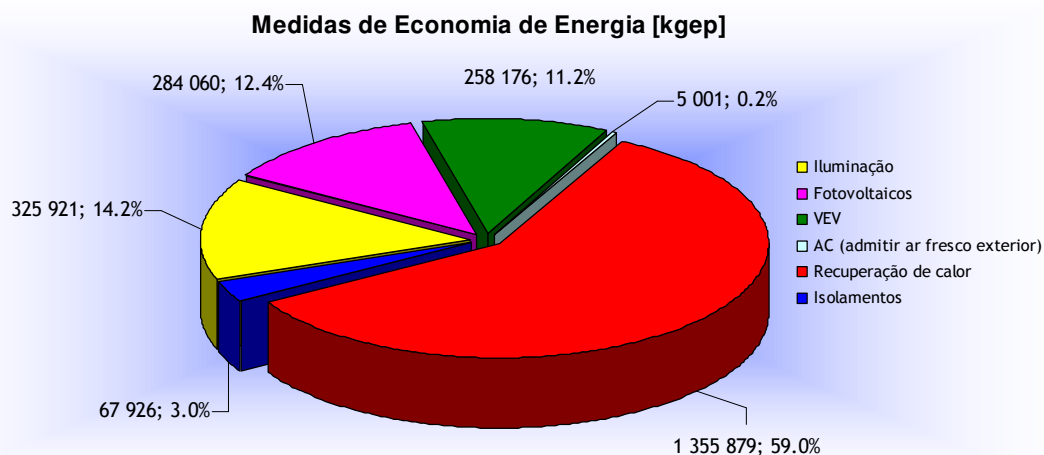


Figura 51 – Medidas de economia de energia

Come se pode verificar na Figura 51, as potenciais poupanças de energia mais interessantes provêm das medidas de recuperação de calor. O sector onde esta medida tem mais potencial de aplicação é no fabrico de pavimento.

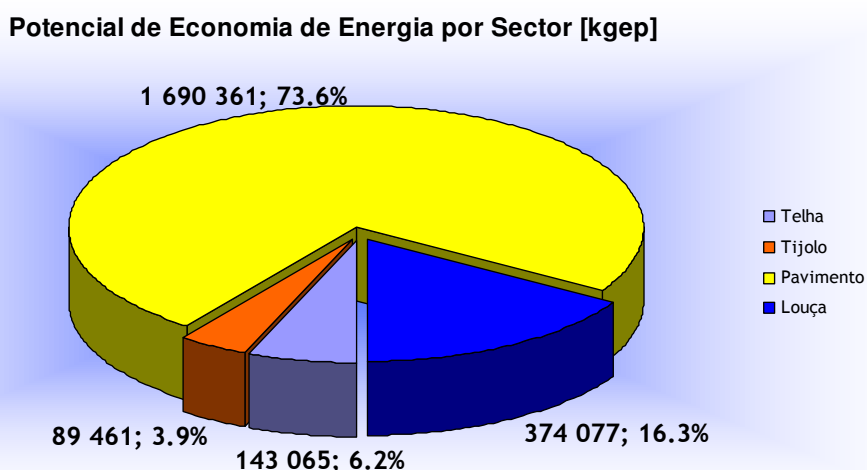


Figura 52 – Potencial de economia de energia por sector, na amostra considerada

Come se pode verificar na Figura 52, o sector que apresenta maior potencial de economia de energia é o do pavimento. Isto deve-se principalmente ao facto de este sector se apresentar como o maior consumidor de energia, relativamente aos outros sectores da cerâmica. Outro factor que pode contribuir para este potencial é o de os sistemas de recuperação de calor não estarem tão difundidos, como nos outros sectores.

Potencial de Economia de Encargos Financeiros por Sector

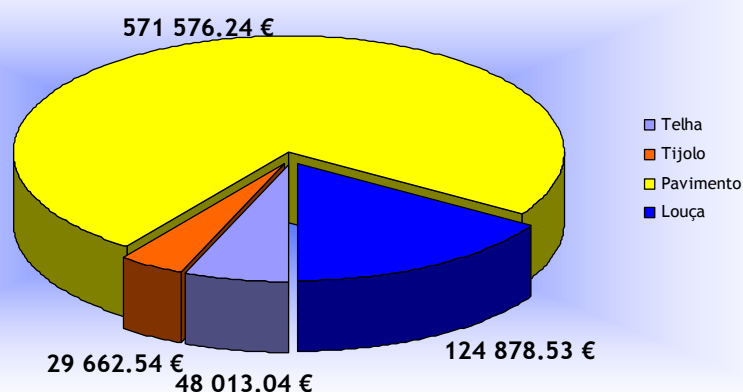


Figura 53 – Potencial de economia de encargos financeiros por sector

Na Figura 53, verifica-se que o sector que apresenta maior potencial de economia de encargos financeiros é o do pavimento, como consequência dos comentários da figura anterior.

Medidas de Economia de Energia no sector da Telha [kgep]

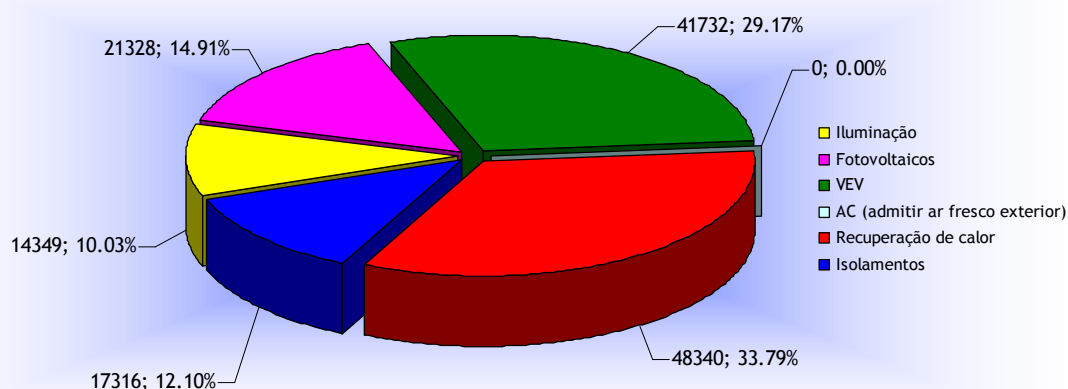


Figura 54 – Medidas de economia de energia no sector da telha

No sector da telha, os principais potenciais de economia de energia são os que incidem sobre a instalação de variadores electrónicos de velocidade e na implementação de sistemas de recuperação de calor.

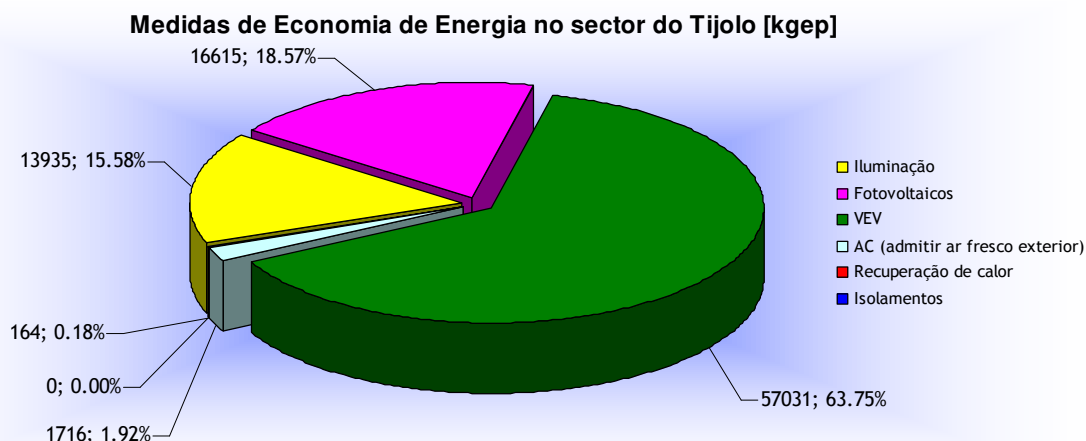


Figura 55 – Medidas de economia de energia no sector do tijolo

No sector do tijolo, os principais potenciais de economia de energia são os que incidem sobre a instalação de variadores electrónicos de velocidade, na implementação de sistemas de iluminação eficiente e na instalação de painéis fotovoltaicos para produção de electricidade.

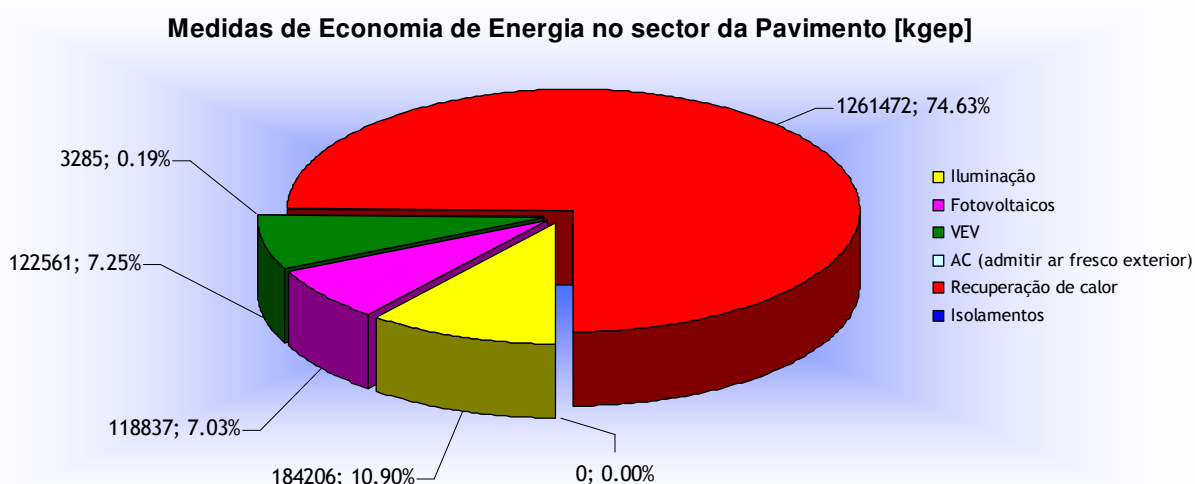


Figura 56 – Medidas de economia de energia no sector do pavimento

No sector do pavimento, o principal potencial de economia de energia é o que incide na implementação de sistemas de recuperação de calor.

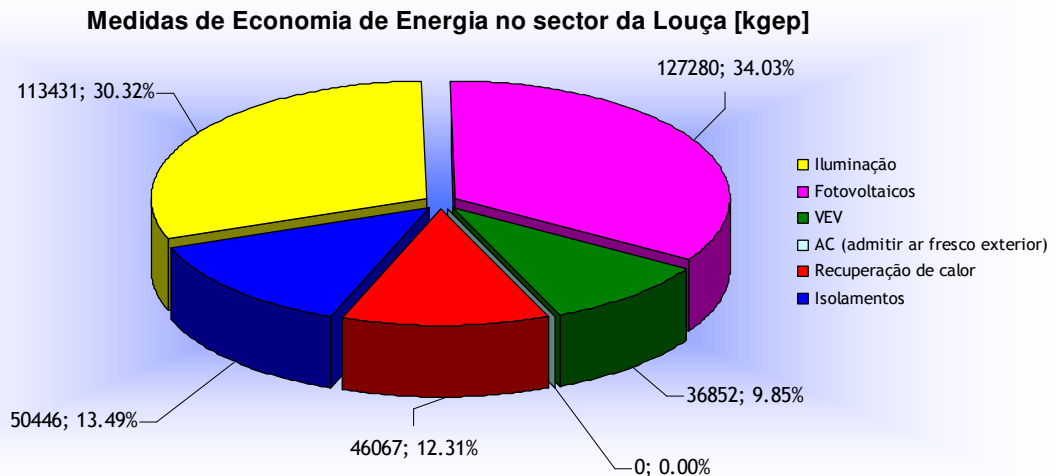


Figura 57 – Medidas de economia de energia no sector da louça

No sector da louça, os principais potenciais de economia de energia são os que incidem sobre a instalação de sistemas de iluminação eficiente na implementação de painéis fotovoltaicos para produção de electricidade.

6.2. Conclusões Gerais

Como notas finais ao trabalho desenvolvido na elaboração do manual de boas práticas na eficiência energética e energias renováveis poderemos referir o seguinte:

- A Europa dispõe de um conjunto de orientações estratégicas e objectivos de eficiência energética, redução das emissões de gases de efeito de estufa e aumento da produção de energia por fontes renováveis;
- Portugal adoptou os mesmos objectivos da União Europeia e nalguns casos até mais ambiciosos;
- A indústria, principalmente os consumidores intensivos de energia, tem feito, nas últimas décadas, um esforço grande de redução dos consumos específicos de energia e na redução das emissões de CO₂, através de medidas de eficiência energética e substituição de combustíveis;

- Existe ainda um potencial de poupança de energia na indústria, principalmente nos pequenos e médios consumidores, que pode ser realizado com pequenos investimentos;
- As energias renováveis apresentam também um elevado potencial de redução, no entanto não estão ainda suficientemente acessíveis de modo a serem competitivas em regime de auto-consumo, dados os elevados custos e baixo rendimento;
- A instalação de sistemas de produção de energias renováveis em regime de micro-geração e injeção na rede apresentam períodos de amortização do investimento mais interessantes. No entanto, face à legislação actual, a instalação de potências superiores a 3,68 kW obriga à obtenção de um ponto de interligação. Actualmente, devido às limitações da rede eléctrica, não existe possibilidade de interligação à rede, necessária para viabilizar um projecto desta natureza. Está anunciada uma revisão a esta legislação, no sentido de decuplicar a potência actualmente instalada em micro-geração, com especial incidência nos sistemas fotovoltaicos.

Potencial de Economia de Energia Sector Cerâmico [tep]

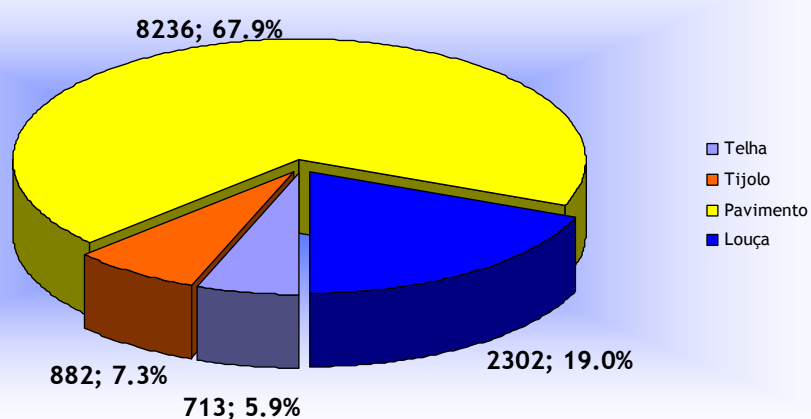


Figura 58 – Potencial de economia de energia no sector cerâmico

Observando o universo que compõe o sector cerâmico, verifica-se que o sector que apresenta maior potencial de economia de energia é o do pavimento. As razões para tal, são as mesmas que as apresentadas aquando da análise da amostra.

Potencial de Economia de Encargos Financeiros Sector Cerâmico

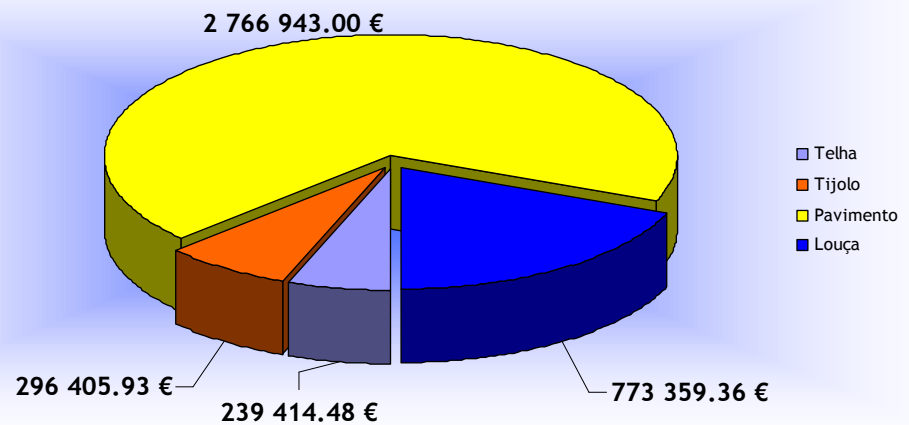


Figura 59 – Potencial de economia de encargos financeiros no sector cerâmico

Os sectores que apresentam potenciais de economia de encargos mais interessantes são os da louça e pavimento. Estes são também os que apresentam maiores custos energéticos, devido à especificidade da tecnologia utilizada no fabrico dos seus produtos.

6.3. Leituras Complementares

Prevenção e Controlo Integrados da Poluição - Documento de Referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis na Indústria Cerâmica



Este documento, editado em 2006, pelo Centro de Investigação conjunta da Comissão Europeia, pertence a uma série de documentos previstos, relacionados com as melhores técnicas disponíveis em variados sectores da indústria.

Este documento debruça-se essencialmente sobre questões ambientais e de controlo de poluição na indústria cerâmica e resulta de um intercâmbio de informação entre os Estados-membros e as indústrias da IIF

Renovare - Guia de Boas Práticas e Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis



O guia Renovare, editado em 2007, resulta de uma parceria de vários centros tecnológicos Portugueses (CTCV, CITEVE, CTIC e RECET) e a fundação Espanhola CARTIF. Este documento aborda as medidas de eficiência energética de forma prática, integrando o conhecimento dos vários centros tecnológicos, e integrando-os num contexto Ibérico.

Medidas de Eficiência Energética Aplicadas à Indústria Portuguesa: Um Enquadramento tecnológico Sucinto



Este documento, a editar em 2010, resulta de um trabalho conjunto entre o Instituto Superior Técnico (IST) e a Agência para a Energia (ADENE). Este trabalho é baseado no Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) e inclui uma visão abrangente sobre a implementação de medidas de eficiência energética nos diferentes sectores da indústria.

7. Bibliografia

1. Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro
2. Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril, Diário da República, 1.ª série — N.º 74 — 15 de Abril de 2008
3. Directiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril de 2006, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos e que revoga a Directiva 93/76/CEE do Conselho
4. Directiva 2009/28/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis e que altera e subsequentemente revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE
5. Guia de Boas Práticas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis, RECET, CTCV, CITEVE, CTIC, Fundación Cartif, 2007
6. Integrated Pollution and Prevention Control, Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Energy Efficiency, Joint Research Centre, European Commission, Julho 2007
7. Livro Verde da Comissão, de 8 de Março de 2006, "Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura" [COM (2006) 105 final - Não publicado no Jornal Oficial].
8. Medidas de Eficiência Energética Aplicadas à Indústria Portuguesa: Um Enquadramento tecnológico Sucinto, ADENE, IST, 2010 (versão *draft*)
9. Plano de Acção sobre eficiência energética: Concretizar o Potencial, Comunicação da Comissão, de 19 de Outubro de 2006
10. Prevenção e Controlo Integrados da Poluição - Documento de Referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis na Indústria Cerâmica, Centro de Investigação Conjunta, Comissão Europeia, 2006
11. Promotion and Growth of Renewable Energy Sources and Systems, EcoFys, Holanda, Março de 2008
12. Renewable Energy Country Profiles, EcoFys, Holanda, Fevereiro de 2008

13. Resolução da Assembleia da República n.º 29/2010, Diário da República, 1.ª série, N.º 73, 15 de Abril de 2010
14. Resolução de Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro
15. Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, Diário da República, 1.ª série, N.º 97, 20 de Maio de 2008
16. Resolução legislativa do Parlamento Europeu, de 17 de Dezembro de 2008, sobre uma proposta de directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis (COM (2008) 0019 - C6-0046/2008 - 2008/0016 (COD))
17. SACMI - Catálogo de equipamentos EVA séries, 2008

Sites consultados

- www.adene.pt
- www.dgge.pt
- www.ceric.com
- www.atlascopco.co.uk
- www.eficiencia-energetica.com
- www.sunandclimate.com
- www.mirroxx.com
- www.solarwall.com
- www.chatron.pt
- www.rechargenews.com
- www.mor-lite.com
- www.kaeser.com
- www.directindustry.es
- www.energiasrenovaveis.com
- www.press.galpenergia.com
- www.ceric.com

8. Glossário

A Alterações climáticas

Alterações de clima não cíclicas, associadas ao aumento da presença de gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera em resultado de actividades humanas, entre as quais a queima de combustíveis fósseis.

AQS

Águas Quentes Sanitárias.

Auditoria Energética

Análise do funcionamento de uma instalação de uso final com o fim de determinar onde, quando, como e quanta energia é utilizada em cada sector ou equipamento, permitindo estabelecer o balanço energético global e vários balanços parciais, com o objectivo de detectar as oportunidades mais importantes de racionalização do consumo de energia da instalação.

B Balastro electrónico

Dispositivo que pode ser colocado nas lâmpadas e que permite melhorar o rendimento luminoso destas em cerca de 30%.

Biocombustível

Combustível que deriva da biomassa. É uma fonte de energia renovável. Desperdícios vindo da actividade industrial, agricultura e floresta e resíduos domésticos, podem ser utilizados para produzir este tipo de energia.

Biogás

Gás combustível produzido a partir de biomassa e/ ou da fracção biodegradável de resíduos, que pode ser purificado até à qualidade do gás natural, para utilização como biocombustível.

Biomassa

A biomassa é a matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, utilizada como fonte de energia em base renovável. Trata-se de um biocombustível com origem nos produtos e resíduos da agricultura da floresta, entre outros.

C Caloria

Unidade de energia que é a "quantidade de calor absorvida por um grama de água destilada quando a sua temperatura aumenta em 1°C

Camada de ozono

Camada atmosférica que se situa entre os 20 e os 50 km acima da superfície terrestre e que actua como um filtro, protegendo os organismos vivos dos raios solares ultravioletas.

Climatização

Sistema utilizado para aquecer ou arrefecer o ambiente.

Colectores solares térmicos

Dispositivos que utilizam energia proveniente dos raios solares para aquecer água.

Combustão

Trata-se de uma reacção química exotérmica entre uma substância (o combustível) e um gás (o comburente), usualmente oxigénio, que produz e liberta calor.

Combustíveis fósseis

Combustíveis formados no subsolo a partir de restos microscópicos de animais e plantas que demoraram milhões de anos até se transformarem em combustíveis. O petróleo, o gás natural e o carvão são exemplos de combustíveis fósseis.

Combustível

É qualquer substância que reage com o oxigénio, com produção de calor e libertação de energia.

D	Desenvolvimento sustentável Modelo de desenvolvimento que, segundo a ONU, permite satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades. Desperdício de energia Sucedde quando a energia não é utilizada na sua totalidade. Pode existir desperdício de energia ao longo de todo o processo de transformação da energia, como também na sua utilização. Dióxido de carbono (CO2) Também chamado gás carbónico, é um dos responsáveis pelo aumento do efeito de estufa associado à combustão de energias fósseis. Este é o gás de maior importância para o cumprimento do Protocolo de Quioto, uma vez que representa 55% dos gases com efeito de estufa na atmosfera.
E	Efeito de estufa Efeito natural da Terra, e que pressupõe o aquecimento da atmosfera devido à acumulação de gases que retêm o calor do Sol, tal como numa estufa. Este efeito mantém a superfície da Terra com uma temperatura média de 15º C. EFF Níveis de eficiência dos motores. Eficiência energética Relação entre a energia consumida ou recebida e a energia produzida. Energia eólica Energia renovável com origem no deslocamento de massas de ar. Energia hídrica Energia renovável resultante do aproveitamento dos cursos de água nos rios para produzir electricidade. Energia primária Energia na sua forma natural (carvão, petróleo, urânio, sol, vento, etc), antes de ser convertida para formas de uso final. Energia renovável (ER) É aquela que é obtida a partir de fontes capazes de se regenerarem, e portanto virtualmente inesgotáveis, como por exemplo: sol, vento, ondas, marés, biomassa e calor da Terra. Energia solar fotovoltaica Energia obtida através de dispositivos que convertem a energia solar directamente em electricidade. Energia solar térmica Energia Solar na forma de calor.
F	Fotovoltaico Efeito da conversão directa da luz em energia eléctrica.
G	Gases com Efeito Estufa (GEE) São os principais responsáveis pelo chamado efeito estufa. Entre os vários gases que constituem os GEE, podemos encontrar o dióxido de carbono (CO2), o óxido nitroso (N2O), ou o metano (CH4).
I	Intensidade energética É um indicador de eficiência energética que traduz a incidência do consumo de energia final sobre o PIB (Produto Interno Bruto). Quanto menor for a intensidade energética, maior é a eficiência energética de uma economia/produto.
J	Joule Unidade de trabalho, de energia e de quantidade de calor. O joule é o trabalho produzido por uma força de 1 newton cujo ponto de aplicação se desloca 1 metro na direcção da força. (uma caloria equivale a 4,1868 Joules).

O	Ozono Tipo especial de oxigénio cujas moléculas consistem em três átomos em vez de dois. É altamente tóxico e, mesmo em concentrações baixas, ataca os olhos, a garganta e as vias respiratórias. Além disso, danifica árvores e plantas. A sua presença no ar ao nível do solo constitui um risco para a saúde, no entanto na atmosfera funciona como filtro de protecção dos raios ultravioleta.
P	Painéis solares fotovoltaicos Dispositivos que utilizam o efeito fotovoltaico para converter a radiação solar em energia eléctrica. As células solares são o elemento de base dos módulos solares, que, associados, constituem os painéis fotovoltaicos.
	Petróleo Combustível líquido natural constituído essencialmente por hidrocarbonetos, e que pode ser encontrado em reservatórios em profundidade (ou no interior da crosta terrestre).
	Protocolo de Quioto Protocolo internacional que estabelece compromissos para a redução da emissão de gases com efeito de estufa, considerados como a causa do aquecimento global. O Protocolo de Quioto prevê metas de redução de emissões de GEE para os países desenvolvidos, de 5% até 2012, em relação a 1990.
R	Recursos não renováveis Recursos energéticos esgotáveis cuja formação demorou muitos milhões de anos. Estes recursos, uma vez utilizados, não podem ser renovados à escala da vida humana. Exemplo: os combustíveis fósseis, que actualmente são responsáveis pela maior parte da energia consumida pelo Homem.
	Recursos renováveis Recursos que se reciclam rapidamente ou têm o poder de se propagar ou ser propagados. Podem ser utilizados de forma permanente sem se esgotarem (o sol, o vento, a água), se a taxa de utilização não superar a de renovação (a floresta, o calor da Terra).
	REE Rendimento Eléctrico Equivalente
S	Stand-by Quando um aparelho está em repouso (pronto a trabalhar) e continua a consumir energia eléctrica.
T	Tep Unidade energética que significa tonelada equivalente petróleo. Equivale a 42 GJ ou 11,6 MWh.
	Termosifão Efeito que consiste na movimentação de um fluido que ao aquecer reduz a sua densidade "elevando-se" e que ao arrefecer aumenta novamente a densidade o fluido descende.
	Th Termia = 1000 kcal
	Turbinas eólicas Dispositivos utilizados para converter a energia cinética do vento em energia mecânica, geralmente utilizando um eixo rotativo que está ligado a um gerador eléctrico. É um dos componentes dos aerogeradores.
U	URE Sigla para utilização racional de energia.
V	VEV Variador Electrónico de Velocidade
W	Watt Unidade de potência eléctrica (We) ou térmica (Wt)

