

GUIA

Sector dos moldes e das ferramentas especiais

IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO ECOEFICIENTE

INCLUINDO BOAS PRÁTICAS NO AMBIENTE INTERNO

INETI

Setembro 2008

FICHA TÉCNICA

Autores

INETI - Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção (DMTP)

Catarina Ribeiro

Fátima Pedrosa

Leonor Sota

Lucinda Gonçalves

Paula Oliveira

Paulo Barroca

INETI - Departamento de Engenharia Energética e Controlo Ambiental (DEECA)

A. Baeta Neves

Ana Teresa Crujeira

David Salema

Rui Pereira

Timóteo Mendes

INETI - Laboratório de S. Mamede de Infesta

M^a Luisa Matos

Rui Teixeira

Edição e Coordenação

José M. Figueiredo

Paulo Partidário

Colaboração

Margarida Onofre – Revisão final, paginação e imagem gráfica

INETI - Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção

Estrada Paço do Lumiar, Edifício C, 1649 – 038 Lisboa

Tel. 210 924 658

Fax. 217 166 568

O **projecto INATEC - Inovação, Agilidade e Tecnologia nos Moldes** tem como objectivo o estudo, desenvolvimento, implementação e validação de tecnologias onde o potencial de inovação permite antever ganhos de produtividade e de agilidade fundamentais para a competitividade sustentada do sector de moldes e ferramentas nacional num contexto de mercado global.

Tecnologias e Processos Inovadores abrangidos pelo Projecto:

- Maquinagem de Alta Velocidade
- Micromaquinagem
- Integridade Superficial
- Plataformas de Comunicação
- Planeamento da Produção Ágil
- Produção Ecoeficiente
- Gestão de Resíduos

Em resultado do projecto INATEC, este Guia pretende auxiliar as empresas na indústria de moldes em dois objectivos específicos: a melhoria de produtividade e a redução simultânea dos impactes negativos no meio ambiente envolvente. Para o efeito recorre-se ao princípio da produção ecoeficiente, via estratégia de “desperdício zero”, e complementarmente à utilização de boas práticas no ambiente interno em termos de ruído e contaminação do ar.



Índice

| | |
|--|------------|
| 1 Introdução | 5 |
| 1.1 Aplicação do conceito de ecoeficiência | 5 |
| 1.2 A estratégia de desperdício-zero | 6 |
| 1.3 A medição da ecoeficiência | 7 |
| 2 Objectivos | 9 |
| 3 Metodologias para produção ecoeficiente | 10 |
| 3.1 Metodologia para a vertente mássica | 10 |
| 3.2 Metodologia para a vertente energética | 35 |
| 4 Aspectos do ambiente de trabalho na área da produção | 76 |
| 4.1 Exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído | 76 |
| 4.2 Ar no ambiente interno | 80 |
| 5 Melhoria contínua e avaliação de desempenho | 91 |
| 6 Conclusões | 97 |
| 7 Bibliografia | 99 |
| Anexo I Políticas europeias e nacionais | 103 |
| Anexo II Classificação LER dos principais resíduos do sector | 111 |
| Anexo III Questionário para caracterização ambiental de uma empresa (Exemplo) | 112 |
| Anexo IV Financiamento de projectos para melhoria contínua (ecoeficiência) | 117 |

1

Introdução

Na prática industrial internacional há um crescente interesse operacional nas empresas, independentemente das suas características (dimensão, sector de actividade, mercados), relativamente à prevenção de desperdícios, em particular nos domínios da utilização eficiente de energia e da prevenção de resíduos em alternativa ao seu tratamento e deposição em aterro.

Esse interesse deve-se não só à evolução legislativa na UE (ver Anexo 1), mas particularmente ao facto de que os desperdícios são acima de tudo recursos desperdiçados que obrigam a custos acrescidos com acções correctivas em fim de linha, incluindo o transporte e deposição de resíduos. Assim sendo, a prevenção do desperdício, ao actuar na origem do problema através de estratégias de produto ou processo mais eficientes em termos mássicos e energéticos, oferece uma gama apreciável de soluções com potenciais benefícios de ordem económica e ambiental.

1.1 Aplicação do conceito de ecoeficiência

Qualquer actividade económica, seja ela a produção de bens e serviços seja o respectivo consumo, envolve a utilização do ambiente natural. Existem vários modos de utilizar a Natureza, e.g. extraindo matérias-primas, energia e água, utilizando o espaço para produção, habitação, recreio, ou armazenando e/ou descarregando emissões e resíduos resultantes das nossas actividades. A actividade empresarial responsável, e enquadrada no processo de desenvolvimento mais sustentável, requer uma gestão equilibrada também na abordagem dos aspectos ambientais e sociais o que significa que a utilização qualitativa e quantitativa da Natureza deve ser entendida no total respeito pelas suas (in)capacidades de assimilação/ recuperação natural. Contudo, uma vez que os desperdícios são recursos que não se traduziram em valor acrescentado, ao atendermos apenas às quantidades dos *inputs* de origem natural utilizados como recursos estamos a observar apenas parte da realidade: é importante por isso analisar também quanto é que se produz por utilização unitária de recurso natural de modo a gerir racionalmente a base de recursos da empresa e a contribuir para o aperfeiçoamento contínuo dos níveis de produtividade.

A empresa que, garantindo a qualidade do produto, evite ou atinja o mínimo de recursos desperdiçados (e.g. matérias primas, água, energia, outros recursos) exhibirá, conseqüentemente, uma base de custos mais baixa do que qualquer outra e será, regra geral, mais competitiva no(s) mercado(s) em que opera.

O desafio da ecoeficiência, pela sua raiz empresarial¹, oferece às empresas boas oportunidades para melhoria contínua no seu processo de desenvolvimento, apoiando o conceito empresarial de criação de valor e conjugando-o com as preocupações ambientais. O objectivo último é criar valor para a sociedade e para a empresa, fazendo melhor com menos recursos e impactes ambientais ao longo de um ciclo de vida de um produto ou tecnologia.

Contudo, requer frequentemente uma mudança na cultura e estratégia empresarial. Nessa medida, produzir com qualidade deve poder significar ainda: otimizar a utilização dos recursos, reduzir os desperdícios de toda a natureza (matéria, energia), colocar no mercado produtos de baixo índice de poluição, com ciclos de vida mais alargados e mais facilmente reutilizáveis/recicláveis.

Em muitos casos, esta abordagem reflecte-se na redução dos custos operacionais, incluindo os custos directos da produção e outros ligados à gestão dos resíduos gerados e, conseqüentemente, em melhorias de produtividade. Pelo impacto positivo, directo e indirecto, que têm sobre a competitividade empresarial, essas estratégias são disponibilizadas em ferramentas de gestão preventiva para melhoria contínua de eficiência (processo, produto, serviço). Permitem reduzir na fonte as causas de poluição, e de impactes ambientais negativos, do consumo ineficiente de recursos naturais, minimizando por exemplo os resíduos nos respectivos locais do processo onde são gerados. Nesse caso, e por essa via, estimula-se também a reciclagem interna, em vez desta se pensar no fim da linha de produção quando o resíduo é já inevitável. É o caso da produção mais limpa², ou da óptica do 'desperdício-zero' mais ligado à gestão pela qualidade total. Qualquer uma destas estratégias responde aos desafios da ecoeficiência. Neste Guia, estes aspectos são aplicados no âmbito da produção ecoeficiente através da estratégia de desperdício-zero.

1.2 A estratégia de desperdício-zero

Procurando condições para uma produção mais eficiente na indústria dos moldes, o projecto INATEC aplicou a estratégia de desperdício-zero aos processos nas empresas que constituíram os casos estudos.

A fixação de um objectivo "zero" em desperdícios, nas actividades e operações industriais, tem enquadramento como se referiu no modelo de gestão pela qualidade total (TQM - *Total Quality Management*). Trata-se de um modelo que se revelou eficaz por exemplo na redução de defeitos no produto, paragens, e acidentes. Neste modelo, os trabalhadores contribuem directamente para a resolução dos problemas da Empresa, como por exemplo: os desperdícios mássicos ou energéticos, reduzindo-os ou eliminando-os, num processo de melhoria contínua, em equipa com a ajuda de um agente "facilitador".

1 E.g. o World Business Council on Sustainable Development estabeleceu sete elementos principais para se atingir a ecoeficiência: 1) Poupar recursos naturais; 2) Poupar energia; 3) Reduzir a perigosidade das emissões e resíduos; 4) Melhorar a reciclagem; 5) Utilizar recursos naturais; 6) Estender o ciclo de vida dos produtos; 7) Privilegiar produtos úteis e eficientes. Estes objectivos exigem a aplicação de princípios de ciclo de vida (desde a extracção de matéria prima até ao processamento de produtos e materiais em fim de vida) e têm como ponto de partida fundamental a conformidade legal em matéria ambiental.

2 A UNEP define a produção mais limpa como: "the continuous application of an integrated preventive environmental strategy applied to processes, products and services to increase overall efficiency and reduce risks to humans and the environment" (Fonte:<http://www.unep.org>)

Esta metodologia de desenvolvimento de acções de prevenção partilha muitos dos temas comuns à gestão pela qualidade total, tais como:

- Compromisso e liderança de gestão
- Integração de esforços
- Focagem proactiva na prevenção do problema, e não na reacção ao mesmo
- Visibilidade dos problemas
- Melhoria contínua
- Participação dos trabalhadores, e gestão de *stakeholders*.

A operacionalização da prevenção de um desperdício com objectivo “zero” é, na realidade, a solução a longo prazo para a sustentabilidade. Apesar da 2ª lei da termodinâmica não permitir que o objectivo “zero” de desperdício seja atingível enquanto zero absoluto, o conceito “zero” significa na realidade que se possam ter perdas comparativamente mais pequenas. Por exemplo, o conceito de desperdício “zero” aplicado aos resíduos é visto na Dupont como a quantidade de resíduos gerada pelas tecnologias mais avançadas que reduz ao mínimo os custos de gestão desses resíduos.

A metodologia que se propõe através deste Guia baseia-se essencialmente em quatro pressupostos:

- A realidade industrial actual e os desafios que se colocam às empresas a médio/longo prazo, face à inevitabilidade dos seus processos de fabrico se virem a condicionar ao princípio da ecoeficiência no processo de desenvolvimento sustentável;
- A ausência de informação de ordem técnica e económica que constitui uma base indiscutível para a decisão credível na prossecução da produção sustentável, como um dos factores que podem inibir as empresas a adoptar o princípio da ecoeficiência na sua estratégia de negócio;
- A inexistência de uma cultura de melhoria contínua e de implementação integrada e sistemática de estratégias de produção sustentável;
- A relevância da estratégia de ‘desperdício-zero’ para uma gestão preventiva do desperdício mássico e/ou energético e utilização mais eficiente de recursos naturais, complementada pela abordagem dos resíduos considerados inevitáveis, num quadro de gestão da conformidade legal ambiental.

1.3 A medição da ecoeficiência

Na transposição do conceito à prática, a ecoeficiência deve ser medida, e o desempenho da empresa ou processo monitorizado, de modo que se quantifique o progresso alcançado face aos objectivos de melhoria predefinidos. Nessa medição, a escolha adequada de indicadores de ecoeficiência é um aspecto crítico. É o caso por exemplo de indicadores associados ao recurso à energia, materiais e água, bem como à geração de resíduos ou de emissões de gases com efeito de estufa, que permitem avaliar o desempenho da empresa ao longo do tempo relativamente a questões na sua directa dependência: a intensidade de recursos aplicados por unidade de produção ou a responsabilidade ambiental.

A sua aplicação pode ter interesse directo na gestão da instalação. Na monitorização interna e comunicação (interna, externa) do desempenho de instalações, os indicadores de ecoeficiência têm provado a sua utilidade para: justificar investimentos; identificar e fixar prioridades de melhoria; acompanhar e garantir o processo de melhoria contínua e eventualmente, de *benchmarking* (se os indicadores forem comparáveis); responder a questões externas e apoiar o processo de decisão estratégica da gestão de topo.

2

Objectivos

Ao fixar objectivos de melhoria de produtividade ou de conformidade regulamentar, um desafio importante integrando a produção mais ecoeficiente na indústria de moldes consiste em consumir menos recursos por unidade de produto acabado, reduzindo simultaneamente os impactes negativos no meio ambiente envolvente a cada operação.

Este Guia foi desenvolvido nesse contexto geral, com o objectivo de apoiar a implementação da produção ecoeficiente nas empresas através da estratégia de “desperdício-zero”, e responder proactivamente aos requisitos da conformidade regulamentar com benefícios económicos e sociais para a empresa.

A implementação desta estratégia permite:

- Prevenir e/ou minimizar a formação de desperdício, diminuindo os impactes ambientais;
- Optimizar o uso dos meios de produção;
- Adequar os processos atendendo à conformidade ambiental;
- Analisar os processos do ponto de vista do menor impacte ambiental;
- Optimizar o consumo de energia, água e matérias-primas;
- Avaliar a utilização de materiais não perigosos e reutilizáveis;
- Avaliar a possibilidade de optar por processos limpos e com baixo consumo de energia;
- Minimizar a utilização de embalagens;
- Providenciar um destino final ambientalmente adequado para os resíduos inevitáveis;
- Contribuir para a sistematização de boas práticas ambientais na empresa.

Pretendendo-se pôr em prática a estratégia de “desperdício-zero” na indústria de moldes, uma metodologia de análise e avaliação (Capítulo 3) foi aplicada em empresas do sector, e complementada com a abordagem do diagnóstico e soluções relativas ao ruído e à contaminação do ar interno (Capítulo 4) no ambiente de produção. O presente Guia sintetiza essa aplicação, procurando oferecer orientação nessas vertentes a outras empresas que pretendam seguir abordagem semelhante.

3

Metodologias para produção ecoeficiente

Nos pontos seguintes descrevem-se as metodologias específicas aplicadas às vertentes mássica e energética.

3.1 Metodologia para a vertente mássica

Esta metodologia está sinteticamente representada na figura I. Nos pontos seguintes descrevem-se as suas etapas principais.

3.1.1 Sensibilização, planeamento e organização

Ao iniciar um ciclo de melhoria para a resolução de problemas concretos, é necessário definir objectivos com enquadramento na estratégia geral da Empresa. Em concreto, na introdução da estratégia de “desperdício-zero” aplicada à gestão dos resíduos é importante começar por sensibilizar e interiorizar na organização o conceito de prevenção (o qual, segundo o Decreto-Lei nº178/2006, engloba a minimização) de resíduos, como um aspecto fundamental e prioritário para o negócio da empresa, que traz benefícios económicos, ambientais e de imagem no mercado. Essa sensibilização deve ser ao nível de toda a empresa sendo fundamental o apoio por parte da direcção.

Na identificação dos objectivos e estratégias é importante ter em mente o aumento da eficiência de cada processo, no qual o ‘zero’ de desperdício será um grande objectivo, e concentrar e organizar esforços actividade a actividade, de modo a identificar oportunidades práticas de melhoria em que os benefícios superem os custos de implementação.

Para levar a cabo a metodologia proposta deve-se constituir um grupo de trabalho com objectivos e tarefas bem definidos, a realizar num calendário pré-acordado. É vantajoso que esse grupo seja constituído tanto por técnicos da empresa, como por especialistas externos de modo a oferecer perspectivas alternativas às rotinas existentes.

Embora o ideal seja aplicar a metodologia a toda a empresa, ela pode, inicialmente, ser aplicada apenas a uma secção, alargando-se depois o procedimento de forma faseada às restantes secções.

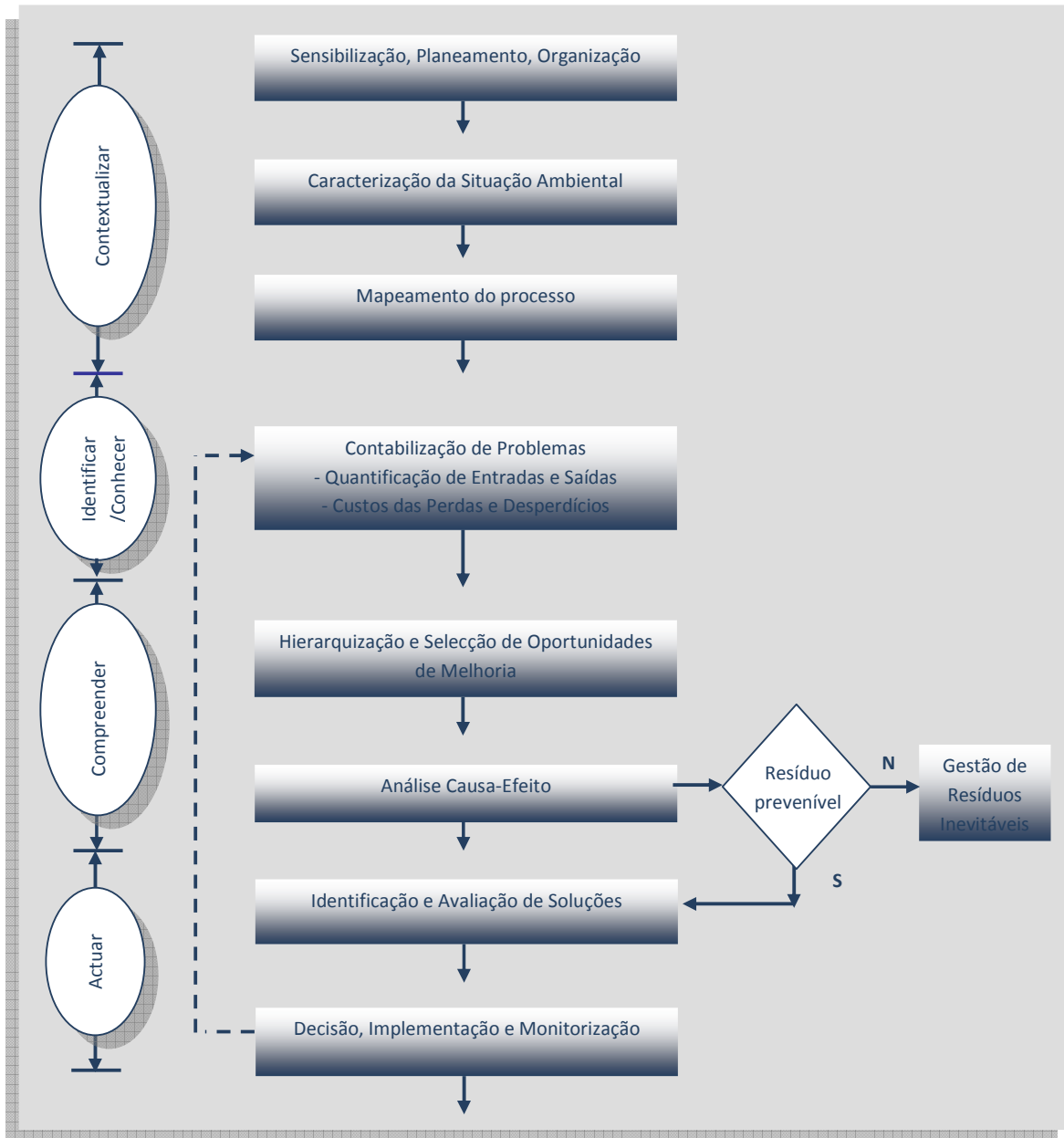


Figura 1 – Metodologia de “desperdício zero” na vertente mássica

3.1.2 Caracterização da situação ambiental da empresa

A primeira tarefa do grupo de trabalho será o levantamento da situação ambiental da empresa, nomeadamente, a avaliação das práticas relacionadas com os resíduos, os efluentes líquidos, as emissões gasosas e os fluxos de matérias-primas, outros materiais e produtos que são consideradas fontes potenciais de geração de resíduos nas secções analisadas. Essa avaliação ambiental, tem como objectivo principal efectuar o levantamento de práticas ambientais inadequadas e uma análise face à legislação e regulamentação ambiental aplicável e consequentemente a elaboração de uma proposta de

alteração/correção do processo e dos modos de actuação. Entre outros, devem ser tidos em conta os seguintes aspectos:

- Localização dos pontos (operações) de geração de resíduos
- Classificação dos resíduos segundo a LER - Lista Europeia de Resíduos (ver Anexo II)
- Avaliação do modo de recolha e armazenamento dos diferentes resíduos
- Avaliação dos destinos dados aos diferentes resíduos
- Localização dos pontos (operações) de geração de efluentes
- Avaliação do destino dado aos efluentes
- Localização dos pontos (operações) de geração de emissões gasosas
- Avaliação do tratamento dado às emissões gasosas

O levantamento ambiental pode ser realizado com base em visitas à empresa e em questionários estruturados para o efeito (ver Anexo III).

3.1.3 Mapeamento do processo

Para se integrar a prevenção de desperdícios na actividade industrial é necessário saber onde é que estes são gerados.

O mapeamento do processo é uma fase fundamental da sua caracterização, servindo o fluxograma de operações resultante (Figura 2) como uma formatação para a recolha de informação, não apenas na contabilização de recursos mas também dos custos (fases seguintes) que estão em causa.

O mapeamento descreve as etapas a que os materiais são submetidos à medida que vão sendo transformados, desde a matéria-prima inicial até ao produto final, identificando-se todas as entradas e saídas das diversas operações. A empresa fica assim a saber todos os resíduos que são gerados e em que operações.

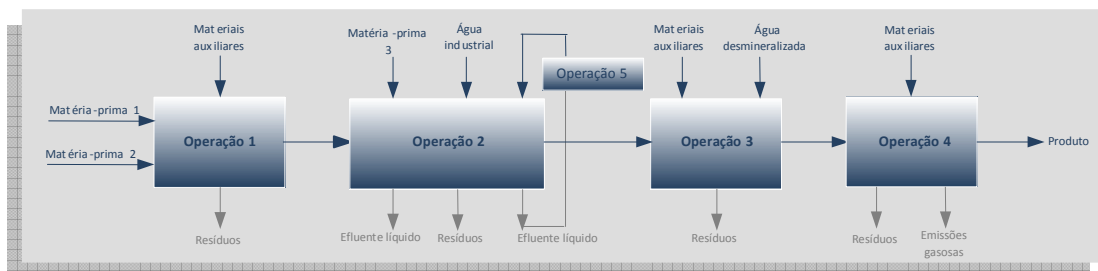


Figura 2 – Exemplo de um fluxograma resultante do mapeamento de um processo

Todos os recursos utilizados numa dada operação devem ser identificados:

- Matérias primas;
- Materiais auxiliares e
- Água

Assim como todas as saídas das diferentes operações:

- Produtos
- Resíduos
- Efluentes líquidos
- Emissões gasosas

3.1.4 Contabilizar problemas

3.1.4.1 Quantificação de entradas e saídas

Uma vez identificadas, nas várias operações, todas as entradas e saídas é necessário quantificar esses fluxos e deste modo efectuar os balanços mássicos por operação e o balanço mássico global. A recolha de dados pode ser sintetizada em tabelas como as que se apresentam, como exemplo, nas Figuras 3 e 4.

| Secção | Operação | Máquina | Entradas - Consumo de recursos | | | | | |
|----------|-------------|---------|--------------------------------|--------|---------|------------|------------|-------------|
| | | | Ferro | Níquel | Emulsão | Acessórios | Plaquetes | Ferramentas |
| Secção A | Limagem | M1 | 39 ton | 0 | 0 | 960 unid | 804 unid | 18 unid |
| | | M2 | | | | | | |
| | Metalização | M3 | - | 252 kg | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Torneamento | M5 | - | 0 | 2 160 l | 5 100 unid | 1 200 unid | 0 |
| | | M6 | | | | | | |
| | | M7 | | | | | | |
| | | M8 | | | | | | |
| | Fresagem | M9 | - | 0 | 180 l | 4 320 unid | 708 unid | 924 unid |
| | | M10 | | | | | | |
| | | M11 | | | | | | |
| | | M12 | | | | | | |
| | | M13 | | | | | | |
| | | M14 | | | | | | |
| | | M15 | | | | | | |
| | | M16 | | | | | | |
| | Secção B | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Figura 3 – Exemplo de tabela para recolha de dados anuais de entrada para os balanços mássicos

| Secção | Operação | Máquina | Saídas – Resíduos e emissões | | | | | |
|----------|-------------|---------|------------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| | | | Limalhas | Pó de Níquel | Emulsão degradada | Plaquetes danificadas | Ferramentas danificadas | Emissões gasosas |
| Secção A | Limagem | M1 | 2 412 kg | 0 | 0 | 804 unid | 18 unid | 0 |
| | | M2 | | | | | | |
| | Metalização | M3 | 0 | 37,8 kg | 0 | 0 | 0 | [Ni]= |
| | Torneamento | M5 | 2 430 kg | 0 | 132 l | 1 200 unid | 0 | 0 |
| | | M6 | | | | | | |
| | | M7 | | | | | | |
| | | M8 | | | | | | |
| | Fresagem | M9 | 2 172 kg | 0 | 21 l | 708 unid | 924 unid | 0 |
| | | M10 | | | | | | |
| | | M11 | | | | | | |
| | | M12 | | | | | | |
| | | M13 | | | | | | |
| | | M14 | | | | | | |
| | M15 | | | | | | | |
| | M16 | | | | | | | |
| | Secção B | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Figura 4 – Exemplo de tabela para recolha de dados anuais de saída para os balanços mássicos

Os balanços mássicos permitem identificar quais as operações do processo que são mais intensivas em recursos, avaliar que recursos são efectivamente incorporados nos produtos e que parte é desperdiçada. Para tal, há que atender a que os materiais podem ser perdidos por uma variedade de meios:

- Ar (emissões controladas ou não);
- Efluentes líquidos;
- Resíduos;
- Fugas e derrames e
- Acidentes

Para realizar um balanço mássico por elemento ou substância será então necessário:

- Efectuar a caracterização das emissões gasosas;
- Efectuar a caracterização dos efluentes líquidos;
- Determinar a relação entre substâncias (poluentes) contidas nas emissões e efluentes e as operações que as geram;
- Determinar a relação entre as lamas geradas (em ETAR, se for o caso) e as operações;
- Determinar a composição qualitativa e quantitativa dos resíduos;
- Determinar a relação entre resíduos gerados e as operações que os geram;
- Avaliar se há fugas e derrames; e

- Analisar o potencial de ocorrência de acidentes em cada uma das operações que possam dar origem a perdas de materiais no local, ou para o meio ambiente (e.g. derrames, que podem ser fontes importantes de perdas de materiais).

Relativamente ao sector dos moldes e ferramentas parte da matéria-prima principal, o aço ou o ferro, pode ser perdida nas limalhas, nas aparas, nos resíduos de granalhagem e nas lamas.

No caso de peças niqueladas com pó de níquel, por exemplo, parte da matéria-prima níquel pode ser perdida como resíduo sólido (se se verificarem perdas de pó de níquel para o pavimento) ou nas emissões gasosas.

3.1.4.2 Custos das perdas e desperdícios

Uma vez quantificadas as perdas do processo, pode determinar-se quanto é que estas custam à empresa. Quanto custa por exemplo desperdiçar 10% das matérias-primas, ou 2% do produto final com defeito? Quais são as actividades que mais contribuem para a redução dos lucros da empresa?

Deve ter-se em atenção que, uma vez que os resíduos são materiais desperdiçados, têm na realidade associado o custo inerente a esse material (calculado com base no custo unitário de aquisição do material e a quantidade de resíduo gerada), além do custo associado à sua gestão. Neste sector conseguem-se valorizar alguns resíduos metálicos (p.e. limalhas e aparas) vendendo-os por um determinado valor. No entanto, nem sempre isso resulta num ganho pois o valor recebido pela venda não compensa, na maioria dos casos, a perda em termos de matéria-prima que foi desperdiçada. Este aspecto é exemplo na figura 5.

| | |
|--|--|
| Quantidade de limalha gerada | 100 ton/ano |
| Custo da matéria-prima (aço) | 1,5 €/kg |
| Valor recebido pela venda da limalha | 0,18 €/kg |
| Benefício pela venda da limalha (A) | $0,18 \times 100\ 000 = 18\ 000$ €/ano |
| Custo da matéria prima desperdiçada na limalha (B) | $1,5 \times 100\ 000 = 150\ 000$ €/ano |
| Diferencial (A-B) | 132 000 €/ano |

Figura 5 – Exemplo dos custos associados ao resíduo de limalhas

O cálculo dos custos associados aos resíduos pode ser feito por operação, uma vez que nesta fase a empresa já conhece os resíduos gerados em cada operação e as respectivas quantidades. Isto permite verificar quais as operações que têm associado um maior encargo ou benefício com os resíduos (ver exemplo na Figura 6).

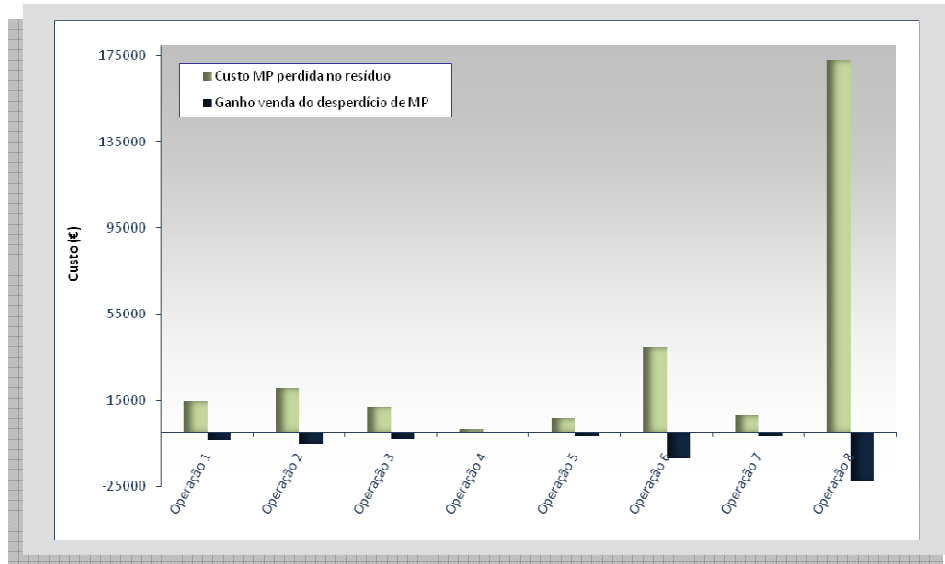


Figura 6 – Exemplo dos custos associados aos resíduos nas várias operações

3.1.5 Hierarquização e selecção de oportunidades de melhoria

O objectivo desta etapa consiste em seleccionar as oportunidades de maior significado. Essa selecção é efectuada com base na hierarquização das operações por ordem decrescente do seu custo relativo aos resíduos. Com base no princípio de Pareto (base monetária) seleccionam-se como operações onde actuar prioritariamente aquelas que no seu conjunto contribuem com 80% para os custos (ver exemplo da Figura 7) Na maioria dos casos cerca de 80% dos custos estão associados a um número reduzido de operações (talvez tão pouco como 20%).

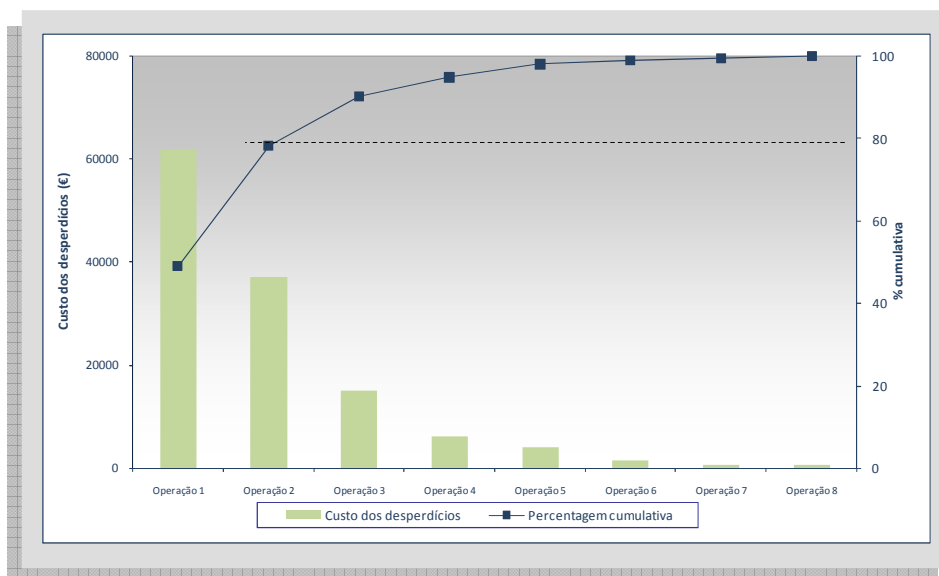


Figura 7 – Exemplo dos custos associados aos resíduos nas várias operações

Contudo, é útil usar de alguma flexibilidade neste processo de selecção. Assim, é ainda possível que a identificação de situações prioritárias se baseie em outros critérios predefinidos como por exemplo

metas ambientais ou a existência de resíduos perigosos ou outros aspectos que a empresa ache importantes.

Dependendo dos casos, pode ser mais conveniente efectuar a hierarquização dos resíduos em vez das operações.

3.1.6 Análise causa-efeito

Esta fase consiste em identificar a causa primária para cada problema que foi seleccionado como alvo de intervenção. Uma vez que um problema esteja identificado, há a tendência para que se arranje rapidamente a solução. É no entanto muito importante determinar primeiro a causa primária do problema antes de tentar qualquer solução mais óbvia. É esta a finalidade da análise causa-efeito.

A visão na análise destes problemas deve estar sempre centrada no conceito de “zero” (“zero” de emissões, “zero” de resíduos, “zero” de descargas). Devem-se levantar questões como:

- Porque é que o recurso é necessário?
- Qual foi a causa de desperdício?
- Porque não eliminar uma matéria-prima sujeita a regulamentação, em vez de a tentar gerir o melhor possível?
- O que é que acontece mesmo antes do desperdício ocorrer?

Há que procurar sempre a raiz do desperdício, pois, muitas vezes, é mais simples modificá-la do que tentar minimizar o próprio desperdício. No entanto, nem sempre um desperdício tem uma causa bem definida, o que não impede que tal seja tentado.

Há uma grande variedade de ferramentas para determinar causas primárias. Neste caso aborda-se apenas o diagrama de causa-efeito (diagrama de espinha de peixe), que permite identificar as causas por categorias (pessoas, métodos, máquinas, materiais e envolvente):

Pessoas – trabalhadores, coordenadores e gestores, bem como factores associados ao seu conhecimento, competências, treino, capacidades e atitudes.

Métodos – o diagrama do processo, a definição operacional, as práticas de trabalho, o planeamento, os procedimentos standard das operações e os procedimentos extra rotina.

Máquinas – maquinaria, equipamento e instrumentação de controlo, bem como factores associados a ajustamentos, manutenção e capacidades das ferramentas.

Materiais – entradas no processo e as respectivas características (ex. fornecedores, alterações e variabilidade).

Envolvente – iluminação, temperatura ambiente, boas práticas internas, número de ciclos, programação de testes, códigos de conduta e disponibilidade de informação ou ferramentas.

Refira-se em particular na análise da categoria “Pessoas” ser indispensável que os trabalhadores em causa não pensem estar a ser avaliados, caso contrário a sua colaboração na análise poderá ser afectada.

A determinação das causas pode e deve ser realizada com recurso a ferramentas de criatividade em grupo (*brainstorming; brainwriting*), envolvendo colaboradores de diferentes áreas da empresa, (e.g. produção, qualidade, ambiente).

Apresentam-se na Figura 8, a título de exemplo, dois diagramas causa-efeito para a geração de resíduo típico deste sector: limalhas e pastilhas.

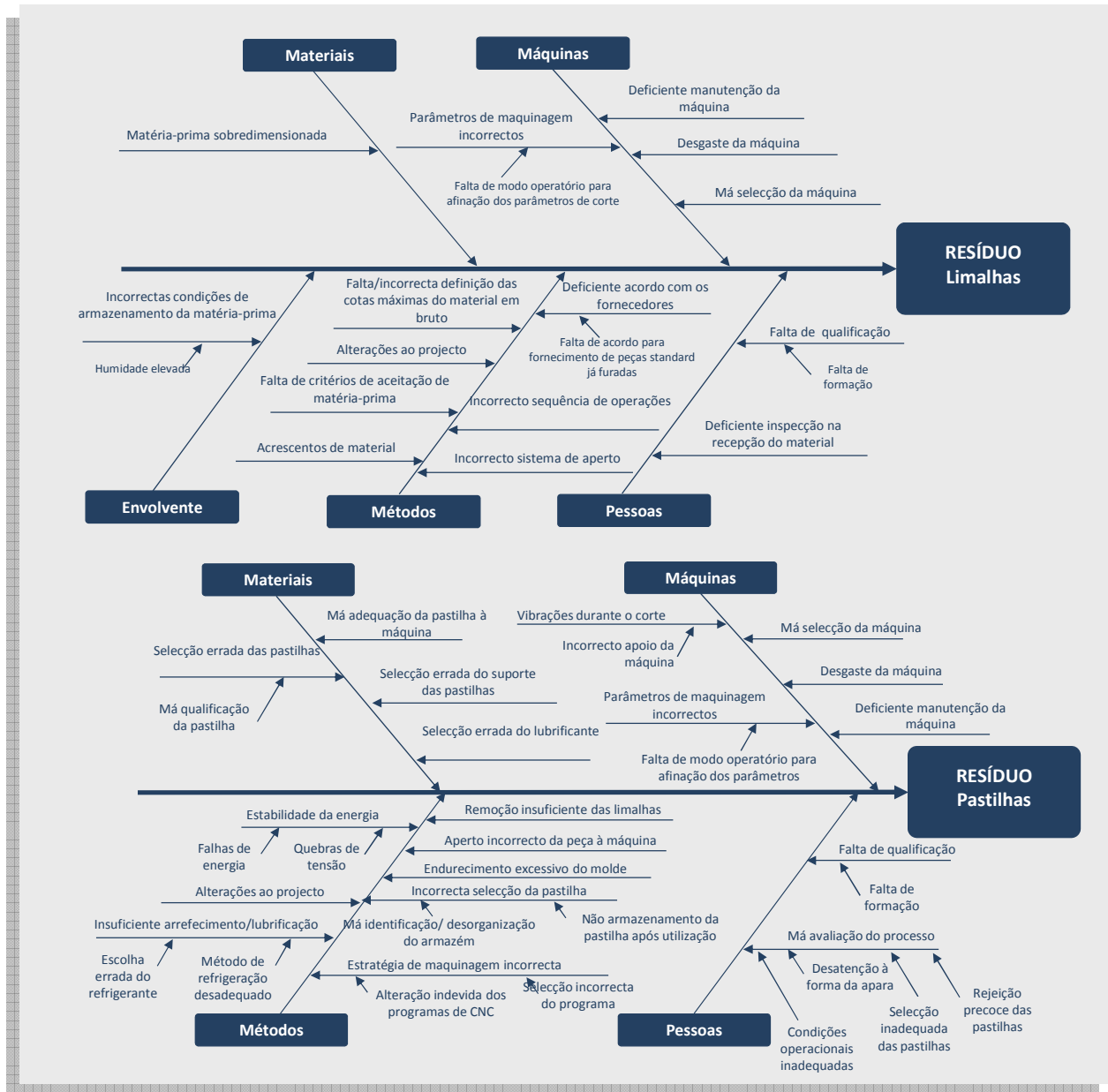


Figura 8 - Diagramas causa-efeito para a geração de limalhas e de pastilhas

3.1.7 Identificação e avaliação de soluções

Realizada a análise causal, isto é, tendo sido identificadas as causas dos problemas onde se deve concentrar especial atenção, é necessário identificar todas as medidas e tecnologias aplicáveis na sua resolução. Para tanto, torna-se necessário explorar diferentes soluções, devendo para o efeito recorrer-se novamente às ferramentas de criatividade em grupo (*brainstorming*; *brainwriting*).

Na identificação de soluções (medidas e tecnologias) para prevenção de desperdícios devem considerar-se os seguintes aspectos:

- Definição do estado de avanço e de aplicação das tecnologias, e risco associado: em fase de investigação ou desenvolvimento; em fase de protótipo ou teste piloto; já aplicada industrialmente; aplicada com sucesso e difundida;
- Classificação das tecnologias: que implementação exigem?
- Classificação das medidas: perdas / derrames, *stocks*, fluxos, gestão...;
- Quantificação preliminar dos benefícios ambientais e económicos expectáveis.

Esta etapa permite hierarquizar alternativas e analisar a oportunidade e viabilidade de cada opção (medida, tecnologia) de acordo com os seus efeitos e potencialidades de aplicação.

Após a etapa de geração de ideias para resolver um problema predefinido, resultará uma lista de soluções opcionais com potencial de aplicação diferente. Sendo gerada sem restrições de qualquer espécie (incluindo custos), esta lista consistirá numa gama de alternativas, das mais simples às complexas, variando desde a necessidade de formação e boas práticas até às alterações de processo e equipamento. Como se seleccionará então uma solução que seja a melhor alternativa, de entre uma lista de opções?

Na avaliação e pré-selecção das soluções identificadas, podem utilizar-se diferentes métodos e critérios de análise de viabilidade técnica, ambiental e económica.

Concretamente, na fase da análise da viabilidade técnica da tecnologia proposta e das alterações processuais necessárias, devem atender-se a aspectos como os seguintes:

- Implicações no balanço do processo ou das operações;
- Implicações na qualidade dos produtos;
- Facilidade de aplicação, dadas as características do processo;
- Facilidade operacional, não exigindo acções de formação muito prolongadas.

Regra geral, em termos ambientais, caso haja identificação de oportunidades de prevenção assume-se que conduz a benefícios. Assim acontece, nomeadamente, nos seguintes casos:

- Maior impacto na minimização da quantidade dos resíduos;
- Maior impacto na minimização da perigosidade dos resíduos;
- Correspondência com a estratégia da empresa ao nível da declaração ambiental, ou rótulo ecológico, dos seus produtos.

Sendo essa regra válida na generalidade dos casos, tem contudo excepções e.g. a redução de um resíduo pode dar origem a desequilíbrios no pH, ou pode dar origem a outro resíduo que seja mais difícil de tratar. Assim, devem-se ter em conta as seguintes questões:

- Efeito de cada opção no volume e nível de contaminação dos resíduos do processo;
- Efeitos cruzados possíveis em cada opção de redução (ex. a redução da contaminação gasosa pode conduzir à geração de efluentes líquidos);
- Efeitos de cada opção na toxicidade, degradabilidade e tratamento do resíduo;
- Efeito de cada opção na utilização de recursos não renováveis;

Na fase da análise de viabilidade económica, quando existem condições, a empresa deve proceder aos seguintes cálculos:

- Plano de investimentos:
 - a) Compra de tecnologia; impostos, fretes e seguros; reposições; outros;
 - b) Materiais e implantação; edifícios, acessos e tubagem; cablagens; outros;
 - c) Construção e instalação: fornecedores e empreiteiros; activos da empresa; outros.
 - d) Instalações auxiliares: armazenamento; laboratórios de análises; outros;
 - e) Engenharia e consultoria;
 - f) Licenças e outros impostos;
 - g) Imprevistos;
- Plano de exploração - Custos e receitas operacionais relativos a:
 - a) Tratamento/ eliminação: transportes, energia, materiais, análises, impostos, outros;
 - b) Inputs: matérias-primas, aditivos, catalizadores, outros;
 - c) Serviços: energia eléctrica, combustíveis, água, vapor, refrigeração, outros;
 - d) Operações: manutenção, limpeza, pessoal, outros;
 - e) Segurança e risco
 - f) Custos indirectos
 - g) Benefícios fiscais
 - h) Incremento da produção

- Período de recuperação do investimento

$PRI \text{ (anos)} = \text{Investimento (fixo)} / \text{Resultados anuais ou Cash-flow}$
(tempo ao fim do qual os benefícios conseguidos igualam o investimento efectuado)

- Taxa de Retorno do Investimento

$ROI \text{ (\%)} = \text{Resultados anuais ou Cash-flow} / \text{Investimento} \times 100$
(percentagem anual de recuperação do Investimento)

Após serem calculados os investimentos para a implementação de cada opção, na análise de viabilidade, a opção de prevenção/redução deve ser comparada em termos económicos com a situação existente. Nessa análise são importantes nomeadamente os seguintes aspectos:

- Viabilidade económica, com um período de recuperação do investimento pequeno e permitindo conduzir a poupanças efectivas;
- Investimento necessário ser compatível com as possibilidades da empresa.

De um modo geral, os cálculos referidos anteriormente podem ser simplificados. Nesse caso, a avaliação económica de uma dada opção tem em conta os custos operatórios adicionais resultantes da aplicação da medida (energéticos, de manutenção, formação, etc.), os benefícios dela resultantes (poupança de matérias primas e de reagentes, redução dos custos do tratamento de efluentes e da deposição de resíduos, etc.), bem como o investimento a realizar e o período previsível para a recuperação desse investimento (PRI), ou a taxa de retorno do investimento (ROI).

Nos casos em que os benefícios são mais difíceis de quantificar, e.g. ambiente de trabalho mais saudável, e menor número de acidentes, deve-se fazer uma avaliação qualitativa.

Apresenta-se em seguida um exemplo específico (Figura 9) de avaliação económica da aplicação de duas tecnologias para a regeneração de emulsões: decantação e desoleador de banda. A aplicação de tecnologias que separem eficazmente o óleo livre da emulsão aumenta o seu tempo de vida útil, diminuindo conseqüentemente a quantidade de resíduo a encaminhar. Além disso, permite poupanças em termos de consumo de óleo e de água devido à recuperação da emulsão que só necessita do reajuste na composição.

Comparação dos consumos entre o processo convencional e o processo que incorpora a aplicação do decantador ou do desoleador à regeneração das emulsões

| Tecnologia | Convencional (s/ tratamento) | Decantador | | Desoleador | |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| | Quantidade (m ³ /ano) | Quantidade (m ³ /ano) | Redução (%) | Quantidade (m ³ /ano) | Redução (%) |
| Água | 2,85 | 0,9 | 68 | 1,1 | 61 |
| Óleo | 0,15 | 0,1 | 40 | 0,1 | 32 |
| Resíduo | 2,7 | 0,05 | 82 | 0,7 | 73 |

Avaliação económica comparativa entre o processo convencional e o processo com aplicação de um decantador ou de um desoleador. Base: 1 m³ de emulsão.

| Factor económico comparativo | Processo convencional | Decantador | Desoleador |
|--|-----------------------|------------|------------|
| Constituintes da emulsão* (€/ano) | 620,00 | 371,60 | 418,10 |
| Aditivos (€/ano) | - | 0,30 | 0,30 |
| Consumo energético (€/ano) | - | 0,35 | - |
| Encaminhamento de resíduos ** (€/ano) | 529,00 | 97,00 | 141,00 |
| Total dos custos (€/ano) | 1149,00 | 469,25 | 559,40 |
| Benefícios expectáveis (€/ano) | | 680,00 | 589,00 |
| Investimento (equipamento e emulsão) (€) | | 2207,00 | 1119,00 |
| Período de recuperação do investimento | | 3,25 anos | 1,9 anos |

* 4,10€/L óleo e 1,75€/m³ água
 ** 0.196 €/l – emulsão degradada encaminhada

Figura 9 - Avaliação económica da aplicação de duas tecnologias para a regeneração de emulsões:

Com base nas avaliações, as acções são seleccionadas e classificadas de acordo com o prazo previsto de implementação: curto, médio e longo.

3.1.8 Decisão, implementação e monitorização

De acordo com o que foi descrito anteriormente, é feita a tomada de decisão sobre as opções prioritárias a implementar. Segue-se o planeamento da execução, a implementação, a definição de objectivos e de metas, e a monitorização com o apoio de indicadores de desempenho.

Para a preparação de um plano de acção, há que ter em conta, sobre cada opção seleccionada, aspectos como os seguintes:

- Quais os objectivos da implementação;
- Importância para a Empresa e para os seus clientes;
- Existência de riscos na sua implementação e na sua ausência;
- Mudanças requeridas na Empresa para implementar essa opção (quem afecta; quem é afectado);
- Definição sobre quem deve ter a responsabilidade de cada acção, quando se realiza (calendário e metas intercalares), e com que recursos;
- Definição da necessária formação e sensibilização dos trabalhadores para os benefícios da prevenção, realçando aspectos cruciais, como a redução dos custos e também, quando

- aplicável, a melhoria de aspectos relacionados com a saúde no local de trabalho e com a segurança;
- Plano específico de monitorização às acções a implementar, para medir as melhorias verificadas na eficiência do processo produtivo, bem como a adequação (correcta/incorrecta) e eficácia (cumprimento de objectivos) dos procedimentos, reportando os resultados ao pessoal envolvido;
 - Definição de indicadores de monitorização para detecção de não-conformidades (e.g. escolha inadequada de equipamento(s) e tecnologia(s); falhas na implementação da alternativa; falta de sensibilização, formação e/ou treino do(s) funcionário(s); falha de coordenação);
 - Identificação das causas de não-conformidade, definição e implementação de acções correctivas.

3.1.9 Gestão de resíduos inevitáveis

Tal como tem sido recomendado anteriormente, a empresa deve concentrar os seus esforços sobre a origem/causa dos diversos resíduos do seu processo produtivo identificando as oportunidades para os evitar ou reduzir os seus quantitativos e grau de perigosidade. Mas uma vez esgotadas as oportunidades de prevenção, a empresa deve então gerir os seus resíduos da melhor forma, de acordo com os requisitos impostos pela legislação e indo para além destes, assumindo assim uma atitude proactiva, tendo como objectivo último a protecção ambiental.

O Decreto-Lei nº178/2006 de 5 de Setembro, actualmente em vigor, estabelece o regime geral de gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2006/12/CE de 5 de Abril e a Directiva nº 91/689/CEE de 12 de Dezembro. Segundo este decreto-lei entende-se por:

- “Prevenção - as medidas destinadas a reduzir a quantidade e o carácter perigoso para o ambiente ou a saúde dos resíduos e materiais ou substâncias neles contidas”;
- “Reutilização - a reintrodução, sem alterações significativas, de substâncias ou produtos nos circuitos de produção ou consumo de forma a evitar a produção de resíduos”;
- “Reciclagem - o reprocessamento de resíduos com vista à recuperação e ou regeneração das suas matérias constituintes em novos produtos a afectar ao fim original ou a fim distinto”;
- “Valorização – a operação de reaproveitamento de resíduos prevista na legislação em vigor” (onde se inclui a valorização energética)
- “Eliminação – a operação que visa dar um destino final adequado nos termos previstos na legislação em vigor...”.

Os objectivos fundamentais de uma política integrada de gestão de resíduos traduzem-se, prioritariamente, na prevenção da quantidade e da perigosidade dos resíduos, seguindo-se a maximização das quantidades reutilizadas, recicladas e/ou encaminhadas para valorização (incluindo a valorização energética), tendo em vista a minimização da quantidade de resíduos enviada para eliminação. A eliminação definitiva dos resíduos, nomeadamente a sua deposição em aterro, deverá constituir a última opção de gestão, justificando-se apenas quando seja técnica ou financeiramente inviável a prevenção, a reutilização, a reciclagem ou outras formas de valorização (Figura 10), denominando-se neste caso os resíduos de inevitáveis.

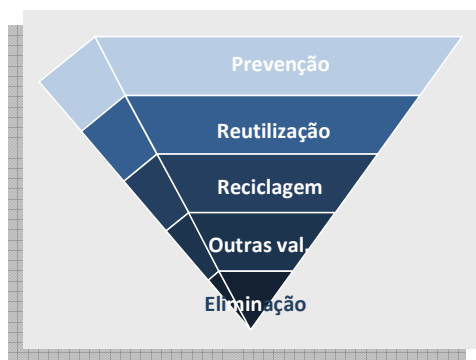


Figura 10 - Hierarquização da gestão de resíduos

De salientar que está em preparação uma nova proposta de Directiva sobre Resíduos³ que propõe no seu artigo 4º a seguinte hierarquia de resíduos, que introduz o conceito de preparação para a reutilização:

- a) Prevenção
- b) Preparação para a reutilização
- c) Reciclagem
- d) Outros tipos de valorização, por exemplo a valorização energética; e
- e) Eliminação

No capítulo 4 são abordados os procedimentos da prevenção à eliminação, específicos para os principais resíduos do sector dos Moldes e Ferramentas especiais.

3.1.10 Procedimentos para o sector

3.1.10.1 Principais resíduos do sector: da prevenção à eliminação

Apresenta-se em seguida, para os principais resíduos gerados na indústria dos moldes e ferramentas especiais, aquilo que deve ser a sua gestão integrada tendo em conta a hierarquia de resíduos apresentada na Figura 10.

Pastilhas/ferramentas

PREVENÇÃO

De forma a diminuir a geração dos resíduos de pastilhas/ferramentas, a empresa deve contemplar um processo de qualificação e avaliação dos fornecedores, tendo por base o número de não conformidades recebidas, devendo para tal ter um documento com os requisitos mínimos de compra. No seguimento desta prática, a empresa deve também implementar uma metodologia de inspecção do material aquando da sua recepção.

³ P6_TA_PROV(2008)0282 - Posição do Parlamento Europeu aprovada em segunda leitura em 17 de Junho de 2008 tendo em vista a aprovação da Directiva 2008/.../CE, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa aos resíduos e que revoga certas directivas.

Deve também possuir um registo das pastilhas/ferramentas testadas em função das condições operacionais, para que ao ser feita a sua escolha, estas se adequem às operações pretendidas e ao material a maquinar. Para reduzir os erros por má selecção, a empresa poderá fazer a centralização do processo de requisição interna numa pessoa afecta ao armazém ou criar um armazém digital.

Os parâmetros de maquinagem têm influência no tempo de vida das pastilhas/ferramentas, assim sendo, a empresa deve fazer o estudo da parametrização, determinando assim quais as melhores condições de maquinagem. Acontece por vezes, por parte dos operadores, a alteração indevida dos parâmetros de maquinagem, para evitar que isso suceda poderá ser feito o bloqueio dos parâmetros (modo de edição do programa) pelo afinador.

Outro factor que influencia a durabilidade das pastilhas/ferramentas é a existência de vibrações durante a maquinagem. Para colmatar esse facto, a empresa deve avaliar a possibilidade de alterar o número e a geometria dos grampos, de modo a efectuar a equilibragem da peça e/ou a criação de um suporte com cavidade de modo a manter fixa e estável a peça durante a maquinagem e a utilização de ferros anti-vibratórios.

No caso de peças sujeitas a metalização, este acabamento pode afectar em larga medida a durabilidade das pastilhas/ferramentas. Para minimizar este facto, poderá ser feita a monitorização da dureza após a metalização, por forma a que seja possível redefinir o tipo de pastilha/ferramenta, caso tenham ocorrido desvios à dureza pretendida.

Para que os operadores adquiram e aperfeiçoem os conhecimentos respeitantes às funções que desempenham na empresa ao nível do saber fazer, deve ser feito anualmente um levantamento das necessidades de formação para consequentemente, elaborar o plano de formação anual direccionada para as necessidades efectivas dos colaboradores da empresa e efectuar uma avaliação da eficácia da formação adquirida para verificar se foram realmente adquiridas competências. Neste caso em concreto, a formação deverá englobar aspectos que permitam ao operador uma boa avaliação do processo, tais como aspectos técnicos da maquinagem como a selecção dos parâmetros, a escolha adequada das pastilhas/ferramentas, os critérios de avaliação e de rejeição das pastilhas/ferramentas, e as questões relacionadas com a manutenção dos equipamentos.

REUTILIZAÇÃO

Depois de aplicadas as medidas de prevenção, o resíduo pastilhas/ferramentas é reduzido mas não eliminado. Assim, de entre as pastilhas/ferramentas rejeitadas pelos operadores, a empresa deverá fazer uma selecção daquelas que ainda estarão em condições para serem reutilizadas noutras operações. É conveniente que a avaliação das pastilhas/ferramentas que não estão em condições, seja feita por uma pessoa mais experiente.

RECICLAGEM

Quando a reutilização não é possível, poderá proceder-se à reciclagem deste resíduo através do seu reafinamento interno ou externo, caso seja compensatório em termos do binómio custo/minimização dos tempos de entrega das encomendas. Desta forma as pastilhas/ferramentas poderão ser novamente

utilizadas na mesma operação ou em outra. Quando as pastilhas/ferramentas chegam ao fim do seu tempo de vida útil, devem então ser encaminhadas por uma empresa licenciada para serem fundidas na siderurgia.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável

ELIMINAÇÃO

Não aplicável, uma vez que existindo soluções de prevenção, reutilização e reciclagem, este resíduo não deverá ser encaminhado para aterro.

Limalhas e aparas metálicas

PREVENÇÃO

Como forma de redução da quantidade de limalhas e aparas resultante das operações de maquinagem, a empresa deve dispor de um processo de qualificação de fornecedores de matéria-prima por forma a que, por um lado se incrementem os requisitos de selecção e avaliação periódica do seu cumprimento, e, por outro, se redefinam os requisitos mínimos de compra, incluindo as sobreespessuras máximas do material em bruto, e os desvios admissíveis, quer em termos dimensionais quer em termos de defeitos que a empresa aceita por derrogação. Caso a empresa não esteja satisfeita com o desempenho dos fornecedores, deverá então procurar e contactar novos fornecedores qualificados com o objectivo de reduzir a quantidade de matéria-prima que recebe com dimensões fora das especificações pretendidas. A empresa deverá igualmente estabelecer acordos com os fornecedores, com vista ao fornecimento de peças pré-maquinadas sempre que possível.

Aquando da subcontratação de outras empresas para a execução de determinadas operações como é o caso da realização de tratamentos térmicos, a empresa deve da mesma forma que procede para com os fornecedores de matéria-prima, avaliar as empresas subcontratadas adoptando como procedimento de base para essa avaliação, o registo das não conformidades ocorridas.

Como forma de otimizar a maquinação e o aproveitamento de matéria-prima, a empresa deve fazer um planeamento da produção, nomeadamente no que respeita ao fabrico de peças em série para que seja possível agrupar o trabalho de modo a realizar uma sequência de duas ou três peças semelhantes. Para além disso, a matéria-prima utilizada deverá sempre que possível ter dimensões o mais próximas das dimensões finais pretendidas para a peça.

A empresa poderá também elaborar um estudo de parametrização que permita determinar quais as melhores condições de maquinagem, e o registo das alterações efectuadas nos programas de maquinagem. Paralelamente deve implementar um plano de manutenção preventiva, suportada por um documento onde sejam definidas e registadas as acções a executar.

REUTILIZAÇÃO

Quando possível a empresa deve reutilizar internamente as aparas metálicas no fabrico de peças de menores dimensões.

RECICLAGEM

Uma vez aplicadas as medidas de prevenção e reutilização, o resíduo limalhas e aparas é reduzido mas não eliminado, assim a empresa deve otimizar a separação entre as limalhas e aparas contaminadas com emulsão/óleo das que não estão contaminadas (mesmo não sendo uma obrigação legal), uma vez que desta forma conseguirá um preço mais elevado pelo resíduo não contaminado. O resíduo deve então ser encaminhado para reciclagem externa (por exemplo, para fundição na siderurgia) por empresa licenciada.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável

ELIMINAÇÃO

Uma vez que existem soluções de prevenção, reutilização e reciclagem, este resíduo não deverá ser encaminhado para aterro.

Emulsões de corte degradadas

PREVENÇÃO

De forma a minimizar a quantidade de resíduo de emulsão, a empresa deve ter implementado um plano de “manutenção da emulsão” o que permitirá aumentar o seu tempo de vida útil. Esse plano deverá contemplar a adição periódica de agentes biocidas para retardar o crescimento bacteriológico e a medição periódica do pH (relacionado com o desenvolvimento de bactérias na emulsão) e da concentração de óleo. A medição dessa concentração poderá ser efectuada de forma bastante simples utilizando um refractómetro. Com base nos resultados das medições efectuadas, a empresa desencadeará os ajustes necessários, que poderão incluir a adição de um controlador de pH e a adição de óleo ou água.

A empresa também deve ter implementado um plano de manutenção preventiva para evitar que ocorram derrames acidentais devido a problemas de escoabilidade funcional. O plano deve contemplar entre outras acções a verificação/mudança periódica de filtros e tubagens do sistema de aplicação da emulsão.

Caso seja tecnicamente possível a empresa deve avaliar a possibilidade de reduzir o caudal de emulsão nos processos de maquinagem, passando a utilizar a técnica das quantidades mínimas de fluido de corte, alternativa esta muito vantajosa relativamente à lubrificação abundante no corte por arranque de apara. O princípio básico de funcionamento consiste no arrastamento de uma pequena quantidade de lubrificante por uma corrente de ar comprimido que é dirigido sobre a zona de corte⁴. Sempre que for viável e desde que não comprometa a qualidade da peça final que é obtida, a maquinagem deverá ser efectuada a seco.

4 A. Esteves Correia, J. Paulo Davim, “Efeito da Lubrificação Mínima (MQL - *Minimal Quantity of Lubricant*) na Maquinagem de uma Liga de Alumínio”, Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões ISSN – 122922, Mecânica Experimental, 2006, Vol 13, Pg 27-34.

REUTILIZAÇÃO

Não aplicável.

RECICLAGEM

Com vista à minimização da quantidade de emulsão a encaminhar como resíduo a empresa poderá implementar um sistema de regeneração de emulsões (desoleador de banda, decantador, ultrafiltração, etc). Se não for viável a regeneração interna da emulsão de corte, o que reduziria a quantidade de emulsão degradada a eliminar, deve ser seguida a via da reciclagem externa, sendo este resíduo encaminhado para empresa licenciada que proceda à sua reciclagem.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável.

ELIMINAÇÃO

O resíduo de emulsão poderá em último recurso ser armazenado nas instalações de uma empresa licenciada para o efeito enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas no Anexo III da Portaria 209/2004.

Óleos usados

PREVENÇÃO

A quantidade de resíduo de óleo pode ser minimizada efectuando a manutenção preventiva das máquinas de forma a reduzir as fugas.

REUTILIZAÇÃO

A empresa poderá equacionar a possibilidade de reutilização de óleo usado que já não serve para a função inicial, podendo ser usado para outra função com menor exigência.

RECICLAGEM

A quantidade de resíduo de óleo que é inevitável deve ser encaminhada a custo zero através do SIGOU (Sistema integrado de Gestão de Óleos Usados), sistema através do qual é transferida a responsabilidade de gestão dos óleos usados para uma entidade gestora devidamente licenciada (Sogilub - Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados, Lda). Desta forma, e dando cumprimento ao Decreto-Lei nº 153/2003, o óleo terá como destino final a regeneração, a reciclagem (excluindo a regeneração), ou outras formas de valorização (incluindo a valorização energética), preferencialmente por esta ordem.

A reciclagem é entendida como a operação de reprocessamento, no âmbito de um processo de produção, de óleos usados para o fim original ou para outros fins, nomeadamente a regeneração, a reutilização como lubrificante após tratamento e como matéria-prima para a transformação em produtos passíveis de serem utilizados posteriormente, excluindo a valorização energética.

A regeneração constitui a operação de refinação de óleos usados com vista à produção de óleo de base que implique, nomeadamente, a separação dos contaminantes, produtos de oxidação e aditivos que esses óleos usados contenham.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

De acordo com o Decreto-Lei nº 153/2003 a valorização energética aparece como última opção na hierarquia das operações de gestão de óleos usados e pressupõe a utilização desses óleos como meio de produção de energia através de processos de incineração, com recuperação adequada do calor produzido.

ELIMINAÇÃO

Segundo a legislação o óleo usado não poderá ter como destino a eliminação.

Pó de níquel

PREVENÇÃO

O pó de níquel é utilizado no processo de metalização. Esta matéria-prima tem um custo elevado, sendo o resíduo gerado considerado como perigoso, assim a empresa deverá estudar a optimização da operação de metalização, de modo a aumentar a eficiência de deposição na peça.

REUTILIZAÇÃO

No que respeita à reutilização desta matéria-prima, a empresa deverá possuir um sistema eficiente para a recolha do pó que não é depositado, de modo a que este seja recolhido sem contaminação, podendo ser reutilizado na mesma operação.

RECICLAGEM

A quantidade de resíduo inevitável gerado deverá ser reciclado, devendo ser neste sentido, encaminhado para uma empresa licenciada.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável

ELIMINAÇÃO

Não aplicável, uma vez que existem soluções de prevenção, reutilização e reciclagem para este resíduo.

Resíduos de refractário à base de sílica (“vermiculite”)

PREVENÇÃO

Não aplicável, uma vez que este resíduo resulta inevitavelmente da fragmentação natural das partículas de “vermiculite”, utilizada no arrefecimento gradual das peças após metalização.

REUTILIZAÇÃO

Deverá ser feita a caracterização deste resíduo no que respeita à sua composição química, para determinar se estará contaminado com níquel. No caso deste resíduo ser inerte pode ser incorporado

como matéria-prima na indústria de material de construção, como por exemplo na fabricação de blocos para a construção civil e de betões asfálticos.

RECICLAGEM

Até à data, não se tem conhecimento de nenhum processo de reciclagem deste tipo de resíduo, se a vermiculite estiver contaminada com níquel.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável.

ELIMINAÇÃO

No caso da impossibilidade de reutilização ou reciclagem, este resíduo deverá ser encaminhado para aterro.

Calamina + Pó de granalha

PREVENÇÃO

Não aplicável.

Não é possível prevenir/minimizar o resíduo de calamina, porque em algumas circunstâncias a calamina funciona como protecção da matéria-prima, facilitando o processo de estiragem, havendo vantagens para que ela se forme. O mesmo se passa com o resíduo de pó de granalha, uma vez que este resulta da redução inevitável do tamanho da granalha durante o processo de granalhagem.

REUTILIZAÇÃO

As granalhadoras possuem uma grelha, onde é feita a separação entre as partículas cujas dimensões ainda são adequadas para serem reutilizadas de novo na operação de granalhagem. O restante material que fica retido neste filtro (calamina e pó de granalha) constitui o resíduo, o qual já não é passível de reutilização.

RECICLAGEM

Como não é possível prevenir o resíduo de calamina, segundo a hierarquia de resíduos, a fracção não reutilizável deverá então ser reciclada, através do seu envio para fundição na siderurgia (reciclagem externa).

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável

ELIMINAÇÃO

Uma vez que existem soluções de reciclagem, este resíduo não deverá ser encaminhado para aterro.

Fieiras

PREVENÇÃO

Este resíduo poderá ser minimizado se a empresa assegurar que adquire fieiras de boa qualidade. Para tal, deverá ter implementado um processo de qualificação de fornecedores de fieiras (tal como existe para a matéria prima no âmbito do SGQ), celebrar acordos no que respeita ao fornecimento de fieiras, que prevejam o envio por parte do fornecedor de uma declaração de conformidade dimensional e de dureza, criar um documento de compra da fieira com os requisitos mínimos de compra e implementar uma metodologia de inspecção aquando da recepção das fieiras. Por outro lado, a empresa deverá otimizar os parâmetros de estiragem/trefilagem e avaliar o processo de gestão de infra-estruturas para que as fieiras sejam incluídas no processo e dessa forma serem definidas acções de gestão, nomeadamente acções de manutenção preventiva, limpeza ou lubrificação, inspecção visual da sua estrutura e armazenamento.

REUTILIZAÇÃO

Como forma de reutilização deste resíduo, a empresa deverá otimizar a prática de selecção das fieiras, de forma a que aquelas que já não estejam em condições para serem usadas na estiragem/trefilagem de determinados diâmetros, possam ser reutilizadas na estiragem de outras dimensões.

RECICLAGEM

Este resíduo é reciclado através de fundição na siderurgia.

VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

Não aplicável

ELIMINAÇÃO

Uma vez que existem soluções de prevenção, reutilização e reciclagem, este resíduo não deverá ser encaminhado para aterro.

3.1.10.2 Boas práticas para o sector

Apresentam-se diversos exemplos de boas práticas ambientais, divididas por medidas e tecnologias, aplicáveis na indústria que, ao permitirem incrementar o desempenho ambiental das mesmas, contribuem para a melhoria da sua actividade global e para um melhor posicionamento no mercado.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO

Minimizar derrames e perdas

- ❖ Utilizar sistemas de trasfega mecanizados em alternativa aos manuais
- ❖ Na bombagem de soluções assegurar que os tanques receptores têm a dimensão adequada para a quantidade a bombear
- ❖ Utilizar medidores de nível em tanques/reactores e sistemas de drenagem
- ❖ Efectuar a armazenagem em contentores adequados (materiais, formas)
- ❖ Utilizar tanques de armazenagem para materiais de risco de parede dupla
- ❖ Colocar os tanques das linhas de processo em áreas restritas e controladas
- ❖ Disponibilizar planos de emergência para potenciais acidentes

Controlar o armazenamento de matérias e produtos

- ❖ Controlar criteriosamente *stocks* de matérias e produtos
- ❖ Evitar a degradação de produtos biodegradáveis (prazos de validade)
- ❖ Evitar a degradação de produtos oxidáveis ou reduzíveis (Ex. H₂O₂)
- ❖ Armazenar separadamente os ácidos e os cianetos
- ❖ Armazenar separadamente os ácidos e os alcalinos
- ❖ Armazenar separadamente os agentes oxidantes e os químicos inflamáveis
- ❖ Controlar as condições de armazenagem a fim de evitar a corrosão das peças (curtos períodos de armazenagem, temperatura e humidade, revestimento adequado)

Controlar fluxos do processo

- ❖ Instalar contadores, medidores de caudal e sistemas de pesagem
- ❖ Conhecer as estequiometrias dos sistemas reaccionais
- ❖ Controlar a composição das emulsões e dos banhos, efectuando os ajustes necessários para mantê-los dentro dos limites óptimos
- ❖ Separar os resíduos por classes (“Segregação”) potenciando a sua valorização e logo resolvendo o problema da sua gestão. Classes: vidro, embalagens, papel, materiais ferrosos contaminados e não contaminados, materiais não-ferrosos (Cu e Al) contaminados e não contaminados

Substituir e/ou controlar substâncias perigosas

- ❖ Sempre que possível substituir substâncias perigosas por outras de menor perigosidade

Introduzir Medidas nas áreas da Gestão

- ❖ Introduzir os custos relacionados com os resíduos na contabilidade da empresa e calcular rácios benefício/custo económicos e ambientais
- ❖ Adoptar sistemas de Gestão Ambiental e elaborar Manuais de procedimentos
- ❖ Manter os equipamentos em perfeita operação através de bons procedimentos e estratégias de manutenção e verificação

TECNOLOGIAS DE PREVENÇÃO

Substituir processos com substâncias perigosas por outros de menor impacte ambiental

- ❖ Utilizar técnicas que permitam a diminuição do uso de substâncias perigosas e/ou a redução das suas emissões, p.e. através da melhoria da eficiência do processo.
Ex: maquinagem a seco, processos de micropulverização, etc

Promover a eficiência de utilização dos materiais e dos reagentes

- ❖ Utilizar processos de elevada exaustão
- ❖ Utilizar processos mais avançados de maquinagem e de corte de chapa

Optimizar a utilização dos fluidos de corte

- ❖ Prolongar a vida dos fluidos de corte
- ❖ Recuperar e reutilizar os fluidos de corte
- ❖ Utilizar tecnologias de purificação/concentração por evaporação, destilação, por processos de membranas, etc

Modificar o diagrama do processo ou os equipamentos

- ❖ Melhorar a gestão das correntes processais
- ❖ Alterar a ordem das operações ou a efectuar a sua melhor integração
- ❖ Modificar/modernizar os equipamentos

Minimizar o consumo de água

- ❖ Controlar eficazmente os caudais/volumes de água

Apresenta-se em seguida um conjunto de boas práticas, enquadradas em várias áreas de intervenção (geral, matéria primas e materiais auxiliares, e resíduos), propostas em estudos de caso concretos realizados em empresas do sector dos Moldes e Ferramentas especiais.

Geral

- ❖ Implementar um Sistema de Gestão Ambiental (registo no EMAS - Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria e/ou certificação pela norma ISO 14001)
- ❖ Caso não se implemente um SGA sugere-se, pelo menos, que se defina uma política ambiental escrita, com objectivos e metas ambientais específicas e mensuráveis
- ❖ Introduzir os custos relacionados com os resíduos na contabilidade da empresa e calcular rácios benefício/custo económicos e ambientais
- ❖ Colocar a saída de emergência do pessoal numa zona afastada da instalação de gases

Matérias-primas e materiais auxiliares

- ❖ Armazenar as fieiras em armários fechados e dentro de caixas para evitar a acumulação de pó e a sua mais rápida deterioração
- ❖ Armazenar as matérias-primas numa zona coberta ou então em recipientes fechados
- ❖ Separar a zona de armazenamento de matérias-primas da zona de armazenamento de resíduos

Resíduos

- ❖ Construir um parque de resíduos coberto, com bacias de retenção e com sistema de recolha de escorrências e de águas da chuva e com solo impermeabilizado
- ❖ Definir zonas específicas no interior da fábrica, devidamente identificadas, para colocação dos recipientes de recolha/armazenamento dos resíduos
- ❖ Separar adequadamente os vários tipos de resíduos gerados, nomeadamente os contaminados dos não contaminados com emulsão/óleo de corte, o que permitirá obter uma maior valorização no encaminhamento dos resíduos não contaminados
- ❖ Elaborar uma instrução de trabalho que possa estar afixada no local onde se encontram os recipientes de recolha de resíduos, que auxilie os colaboradores a separá-los adequadamente
- ❖ Identificar correctamente os recipientes de recolha de resíduos líquidos, pastosos e sólidos
- ❖ Utilizar reservatórios adequados para recolha de resíduos susceptíveis de gerarem escorrências (óleos usados, emulsões, limalhas e aparas contaminadas com óleo) e que disponham de bacia de retenção
- ❖ Colocar um saco de absorvente adequado perto dos reservatórios de resíduos para que esteja sempre disponível e acessível quando se verificar alguma escorrência para o solo
- ❖ Substituir o desperdício por panos absorventes (que possuem um poder absorvente superior)
- ❖ Colocar os recipientes de armazenamento de resíduos perigosos (limalhas contaminadas com óleo, óleos usados, etc) afastados de quadros eléctricos e de garrafas de gases
- ❖ Separar as limalhas de ferro das lamas de maquinaria
- ❖ Separar o material absorvente contaminado das limalhas

3.2 Metodologia para a vertente energética

A análise energética de empresas do sector teve por base a realização de auditorias de energia, tendo sido medido o consumo de energia eléctrica por equipamento consumidor de energia ou, na impossibilidade de o fazer, por conjuntos de equipamentos, tentando, ao mesmo tempo, fazer corresponder os consumos de energia medidos às produções realizadas em cada máquina ou sector. Desta forma obtiveram-se valores de consumos específicos de energia que ajudarão a ter uma noção das quantidades de energia despendidas na realização de certas operações que foram identificadas como maiores consumidoras de energia. Apresenta-se neste capítulo um conjunto de metodologias que permita às empresas manter actualizado o conhecimento da eficiência dos vários processos de fabrico e poder corrigir atempadamente deficiências detectadas.

3.2.1 Caracterização do processo

As empresas analisadas consomem prioritariamente energia eléctrica e, num caso, gás natural utilizado em fornos de tratamentos térmicos, os quais não foram abrangidos pelo estudo por decisão da empresa.

Podemos dividir os processos utilizados no fabrico em dois grandes grupos:

- Processos auxiliares;
- Processos de fabricação de peças;

Nos processos auxiliares destacam-se:

- Produção de ar comprimido;
- Iluminação;
- Ventilação.

Os processos de fabrico estudados podem-se dividir em dois grandes grupos:

- Maquinagem;
- Outros processos (trefilagem, estiramentos).

Na maquinagem encontram-se as seguintes operações principais:

- Torneamento, de que se destacam os tornos CNC;
- Torneamento em máquinas de cinco graus de liberdade;
- Fresagem a cinco eixos mais um;
- Máquinas de alta velocidade;
- CNC especiais para a execução de furações longas;
- Metalização (aquecimento por indução e metalização propriamente dita);
- Electroerosão por fio e por penetração;
- Fresagem por desbaste e por fresadora CNC;

- Torneamento;
- Rectificação;
- Soldaduras;
- Furação;
- Corte.

Em “Outros processos” foram estudados os seguintes:

- Laminagem;
- Estiragem;
- Trefilagem;
- Endireitar redondos;
- Granalhagem.

Em termos percentuais o ar comprimido pode atingir mais de 20 % do consumo total de energia, a iluminação pode atingir 13 % e o sector de escritórios 14%. Isto quer dizer que o processo produtivo consumirá um pouco mais de 50 % da energia total em alguns casos. Estes números mostram a importância que pode ter a iluminação e o ar comprimido nos consumos energéticos, devendo serem alvo de medidas para redução de consumos.

3.2.2 Auditoria energética

3.2.2.1 Âmbito, natureza e importância

De uma forma geral, o peso da factura energética nos custos de exploração duma empresa do sector industrial continua a ser baixo, apesar do aumento do preço da energia, quando comparado com o peso de outros factores de produção, nomeadamente mão-de-obra e matéria-prima. A gestão de energia é por isso frequentemente negligenciada, facto que gera significativos desperdícios de energia e contribui para a redução da competitividade das empresas.

Continua ainda presente na mente de alguns industriais a ideia de que o crescimento económico acarreta necessariamente um aumento dos consumos de energia, e se para fabricar determinado produto têm de pagar uma dada factura anual de energia, isso é tudo o que lhe interessa conhecer no âmbito energético. O conceito de Eficiência Energética, surgido no seguimento dos chamados choques petrolíferos e, mais recentemente, com as preocupações ambientais, nomeadamente, no caso das emissões de gases com efeito de estufa, veio alterar decisivamente a forma de encarar a energia. Embora o argumento da competitividade continue a ser aquele que mais sensibiliza a generalidade dos industriais, a crescente pressão sobre os preços dos combustíveis e sobre o ambiente veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia, demonstrando ser possível crescer economicamente, minimizando os aumentos dos consumos energéticos sem afectar a qualidade da produção. A chave da questão designa-se por gestão de energia, dado que, como qualquer outro factor de produção, a energia deve ser gerida contínua e eficazmente.

Seja por imposição legal, seja pela necessidade de cumprir requisitos ambientais como forma de aceder a sistemas de apoio ou simplesmente por uma questão de imagem ou pressão da opinião pública, cada vez mais a eficiência energética está na ordem do dia. É para além disso unanimemente aceite que instrumentos políticos de mercado, como taxas ou impostos ambientais, introduzem o princípio do poluidor pagador, penalizando fortemente as empresas menos preparadas.

Desta forma assume particular importância a auditoria energética como ferramenta de gestão de energia. Qualquer processo de gestão de energia terá necessariamente que começar pelo conhecimento da situação energética da instalação.

O levantamento energético pode interpretar-se como a primeira radiografia ao desempenho energético da unidade fabril e pretende recolher dados que permitam conhecer a situação energética da empresa num dado intervalo de tempo relativamente curto. Pode ser realizada por auditores externos à empresa ou feita com recurso aos meios internos afectos à empresa.

Por auditoria energética entende-se o exame detalhado das condições de utilização da energia na instalação numa determinada data. Através dela avalia-se quanta energia é efectivamente consumida e de que forma é essa energia utilizada, estabelecem-se os principais fluxos de massa e de energia e identificam-se os sectores ou equipamentos onde é prioritário actuar. A auditoria permite, assim, conhecer onde, quando e como a energia é utilizada, qual a eficiência dos equipamentos e onde se verificam desperdícios de energia, permitindo quantificar as reduções de consumos previstas com a implementação das soluções mais adequadas às anomalias detectadas.

A auditoria energética pode também constituir uma obrigação legal. Com efeito, estão abrangidas pelo recente Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de Abril todas as empresas ou instalações consumidoras intensivas de energia, definidas nesse Decreto-Lei.

A auditoria de energia surge assim como um instrumento fundamental que a empresa possui para contabilizar os consumos de energia por secção de fabrico e por equipamento maior consumidor de energia, calculando os tipos de perdas que se verificam tendo como finalidade última reduzir essas perdas sem afectar a produção. Isto é, pretende-se economizar energia através do uso mais eficiente da mesma, melhorando, deste modo, o consumo específico de energia por equipamento ou secção, definido como a razão entre o consumo de energia num dado período de tempo de determinado equipamento ou secção e a produção desse equipamento ou secção durante o mesmo período.

3.2.2.2 Tipos de Auditorias

Dependendo do grau de complexidade da instalação e do fim a que se destina a auditoria energética, existem dois tipos de auditorias: auditoria simples e auditoria completa.

Uma auditoria simples tem como finalidade fazer um diagnóstico da situação energética da instalação, consistindo numa simples observação visual para identificar falhas e numa recolha de dados susceptíveis de fornecer alguma informação sobre as tecnologias utilizadas nos processos e sobre perdas de energia em certos equipamentos, como sejam os equipamentos auxiliares de produção de energia.

A auditoria completa consiste num levantamento aprofundado da situação energética, analisando-se as quantidades de energia utilizadas em cada uma das operações do processo de fabrico.

O objectivo deste tipo de auditorias é a de apoiar a empresa na selecção tecnológica mais adequada para possíveis investimentos para uma utilização mais eficiente da energia. Os dados recolhidos numa auditoria energética permitem estabelecer um conjunto de medidas que levem à redução dos consumos energéticos da empresa.

3.2.2.3 Metodologia

A condução de uma auditoria energética é um processo que envolve algumas acções a desenvolver por ordem e sequência correctas. Essas acções enumeram-se a seguir:

- Análise detalhada das facturas de energia do ano que antecede a auditoria,
- Levantamento pormenorizado dos equipamentos produtores e consumidores de energia térmica e eléctrica existentes na instalação;
- Condições de operação e controlo dos equipamentos;
- Cuidados de manutenção;
- Tempos de funcionamento;
- Medições de consumos de energia térmica e eléctrica e de outros parâmetros caracterizadores do funcionamento dos equipamentos;
- Estudo das medidas a tomar para a redução dos consumos energéticos em áreas específicas (isolamentos térmicos, bombagens, combustão, motores eléctricos, iluminação, ar comprimido, climatização, ventilação, etc).

Deste modo, as auditorias energéticas permitem fornecer informações e identificar as possibilidades reais de economizar energia, consistindo basicamente num exame crítico da forma como é utilizada a energia com base nos registos, tanto quanto possível rigorosos, dos consumos e custos.

De uma forma resumida, pode-se dizer que uma auditoria energética a uma instalação consumidora de energia tem por objectivos:

- Quantificar os consumos e custos por forma de energia;
- Examinar o modo como a energia é utilizada na instalação;
- Relacionar o consumo de energia com a produção, determinando um indicador energético de grande relevância, o consumo específico de energia;
- Determinar os consumos de energia por sector, processo ou equipamento;
- Identificar situações de desperdício de energia;
- Propor medidas correctivas e analisar técnica e economicamente as soluções encontradas;
- Propor, no caso de ainda não existir, um sistema organizado de gestão de energia.

Para a execução de uma auditoria energética é muito importante a definição e o estabelecimento da sequência das acções que possibilitem obter um conhecimento profundo da instalação analisada de modo a detectar, quantificar e tentar corrigir as perdas de energia existentes.

O faseamento de uma auditoria depende do seu âmbito, assim como da dimensão e do tipo das instalações a auditar. Duma maneira geral pode-se considerar as seguintes fases:

- Planeamento;
- Trabalho de campo;
- Tratamento da informação;
- Elaboração do relatório com formulação de recomendações.

3.2.2.4 Planeamento

A fase de planeamento de uma auditoria reveste-se de grande importância, constituindo uma etapa decisiva para a qualidade do trabalho a desenvolver. Entre as diversas tarefas a realizar nesta fase, destacam-se o estabelecimento de objectivos, a selecção da equipa auditora, a atribuição das devidas responsabilidades, a escolha dos meios de medição necessários, o tempo de duração de cada uma das fases da auditoria, a sequência do levantamento energético, etc.

3.2.2.5 Trabalho de campo

Já nas instalações e sempre que tal seja necessário, a equipa de auditores deverá começar por completar e corrigir a informação previamente solicitada à empresa.

A realização de uma auditoria energética pressupõe o conhecimento correcto da estrutura dos consumos de energia da instalação a auditar e dos consumos típicos de cada um dos equipamentos que a utilizam. Assim, os fluxogramas surgem como uma ferramenta importante no estudo do processo produtivo que permite saber onde e como são utilizadas as formas de energia consumidas.

Esta fase compreende a recolha de toda a informação possível e útil para a elaboração do relatório, começando por fazer todas as medições necessárias à identificação das possibilidades reais de economias de energia, analisando as operações ou os equipamentos maiores consumidores de energia. O auditor, se for externo à empresa, deve também familiarizar-se com os processos de fabrico e as tecnologias que a eles estão associadas.

A maioria das empresas não dispõe ainda de instrumentação de medida em contínuo adequada à realização das medições e registos necessários. Torna-se assim indispensável recorrer ao uso de instrumentos de medida portáteis.

Nesta fase devem-se recolher todos os elementos necessários para a elaboração de um balanço global de energia à instalação e aos equipamentos maiores consumidores de energia. O objectivo é determinar a quantidade de energia consumida, quantificar as diversas perdas de energia, de forma a permitir um

controlo e manutenção dos equipamentos mais adequados e a implementação de sistemas de recuperação de energia detectando e corrigindo perdas consideradas anormais.

O levantamento dos dados é agrupado por secções e equipamentos estabelecendo-se os diagramas de fluxo de massa e de energia.

A eficácia da auditoria depende em grande parte da qualidade do trabalho desenvolvido nesta fase. Para além de uma formação na área da energia, a intervenção no local exige um conhecimento mais ou menos profundo dos processos produtivos a analisar e das tecnologias de processo disponíveis. O trabalho de campo requer ainda, acima de tudo, uma atenção permanente da parte do auditor, de modo a que todas as situações passíveis de correcção sejam detectadas.

A duração do trabalho de campo pode ser muito variada dependendo da profundidade que se pretende para a auditoria, da dimensão e complexidade dos processos de fabrico, bem como do investimento monetário que se está disposto a fazer face aos benefícios esperados.

3.2.2.6 Tratamento da informação

Após a intervenção no local, os auditores deverão organizar e tratar toda a informação recolhida ao longo das duas primeiras fases. O tratamento da informação deve privilegiar o cálculo de um conjunto de indicadores e outros resultados de natureza quantitativa, susceptíveis de permitir uma avaliação rigorosa do desempenho energético da instalação.

A equipa de auditores deverá realizar os cálculos dos consumos específicos de energia por equipamento, por produto, por sector produtivo e o global da instalação. Serão, também, determinadas as eficiências energéticas dos equipamentos maiores consumidores de energia, que deverão ser analisadas criticamente e comparadas com os equipamentos comercializados que apresentem rendimentos elevados. O valor do consumo específico de energia, sempre que possível, deverá ser comparado com o consumo específico de outras instalações do ramo de actividade em causa.

Será, também, necessário analisar detalhadamente o processo de fabrico no sentido de verificar a correcção dos procedimentos e identificar possíveis alterações que conduzam a uma melhor eficiência energética sem colocar em causa os níveis e a qualidade da produção.

Detectadas as situações de má utilização de energia, serão estudadas as possíveis soluções a implementar para corrigir as anomalias. Serão quantificadas as potenciais economias de energia resultantes das soluções que eventualmente possam ser implementadas e deverá ser realizada uma análise técnico-económica de cada uma delas.

3.2.2.7 Elaboração do relatório final

Findo todo este processo, elabora-se um relatório onde consta de forma organizada toda a informação recolhida, a análise sobre a situação energética da empresa, as situações encontradas, a identificação das anomalias e as propostas de medidas consideradas mais convenientes para anular diminuir essas

anomalias. Este documento deverá apresentar aos gestores da empresa, de uma forma organizada, clara e concisa, toda a informação relevante sobre a situação energética da instalação.

Ao elaborar o relatório, dever-se-á ter presente a ideia de que a auditoria energética constitui o primeiro passo para a implementação de um processo contínuo de gestão de energia.

Formalmente, o relatório final deverá conter um sumário executivo apresentando desde logo uma síntese dos resultados alcançados e a formulação de recomendações. Desta forma permite ao leitor ter uma primeira visão global do conteúdo do relatório.

A estrutura de um relatório de auditoria é necessariamente afectada pelas características específicas do subsector de actividade e da instalação auditada, devendo constar os seguintes elementos:

- Objectivos e enquadramento da auditoria;
- Identificação da instalação;
- Contabilidade energética;
- Análise dos equipamentos de produção, distribuição e utilização de energia;
- Cálculo de consumos específicos de energia por produto fabricado e eventual comparação com valores de outras instalações do mesmo sector;
- Proposta de medidas de economias de energia;

3.2.3 Análise e avaliação de consumos

3.2.3.1 Análise energética

Uma auditoria pressupõe uma acção pontual no tempo. Faz-se uma análise da situação energética da empresa num dado período de tempo bem definido. No entanto, a situação produtiva não é estática no tempo, devendo por isso a análise energética ser um processo contínuo no tempo, tendo em vista uma actualização das informações recolhidas, detectando eventuais ineficiências dos sistemas para que possam ser corrigidas o mais rapidamente possível. Por outro lado é fundamental manter um conhecimento actualizado das novas tecnologias que vão surgindo no sector, não descurando o aspecto energético, ou seja, dando preferência aos processos e equipamentos de menor consumo específico de energia (menor consumo energético para uma mesma produção). À implementação de sistemas que permitam uma monitorização e acompanhamento da evolução da eficiência dos consumos das várias formas de energia dá-se vulgarmente o nome de gestão de energia. A sua implementação exige a monitorização dos consumos de energia eléctrica em sectores estratégicos e de combustíveis, estes últimos nos casos em que existam fornos de tratamentos térmicos neste sector. Exige, também, a quantificação das produções e suas características.

Como se referiu anteriormente é importante estabelecer uma medida da eficiência energética que permita quantificar a maior ou menor eficiência das várias transformações energéticas. Esta medida é o consumo específico de energia. No entanto, nem sempre é simples estabelecer concretamente este parâmetro, dada a multiplicidade de produtos fabricados e operações de fabrico associadas. No caso do sector em estudo, em que por vezes predomina a maquinagem, sugerem-se 2 soluções:

- Determinação da relação, numa dada operação, do consumo de energia/resíduos produzidos;
- Determinação da relação do consumo de energia/massa de produto transformado.

A primeira definição aplica-se, em princípio às operações de maquinagem produtoras de quantidades mensuráveis de resíduos e é muito útil nos casos em que as peças maquinadas apresentam grande variedade de dimensões (em que a massa de uma peça pode variar entre alguns quilogramas e dezenas de toneladas) não havendo relação entre o peso da peça e as operações nela efectuadas Este indicador tem ainda a vantagem de sensibilizar para os custos energéticos dos desbastes, dando a conhecer uma parcela dos custos da produção de resíduos que normalmente é esquecida, a energia, contribuindo para reforçar as vantagens de evitar o mais possível a produção de resíduos, neste caso de limalha.

Existem operações em que não é prático ou possível aplicar este conceito. No entanto, é sempre possível definir um parâmetro de que dependa o consumo de energia; é o caso de se considerar a área das superfícies maquinadas (caso de polimentos).

No caso de fabrico de peças de pequena variação dimensional ou em tipos de produção que não tem a ver com maquinagem (caso de estiramento, trefilagem ou outras) ter-se-á de encontrar outros parâmetros a que referir o consumo de energia. Neste caso utiliza-se, ou as quantidades mássicas de produto transformado, ou a deformação produzida na transformação.

Todo este trabalho de análise é importante, pois não basta conhecer o que foi fabricado ao fim do ano e a factura de energia que nesse ano foi paga. De facto, por um lado o preço da energia varia e por outro as produções variam em quantidade e tipo consoante a procura do mercado. Daí o interesse em recorrer ao indicador consumo específico de energia. Para se ter uma ideia de como se pode utilizar este indicador, apresenta-se na Figura 11, a título de exemplo, a evolução do consumo de energia com a produção. Verifica-se que a energia consumida numa dada operação de fabrico aumenta linearmente com a produção o que leva a que o consumo específico de energia varie em ordem inversa apresentando, na prática o aspecto que se representa na Figura 12.

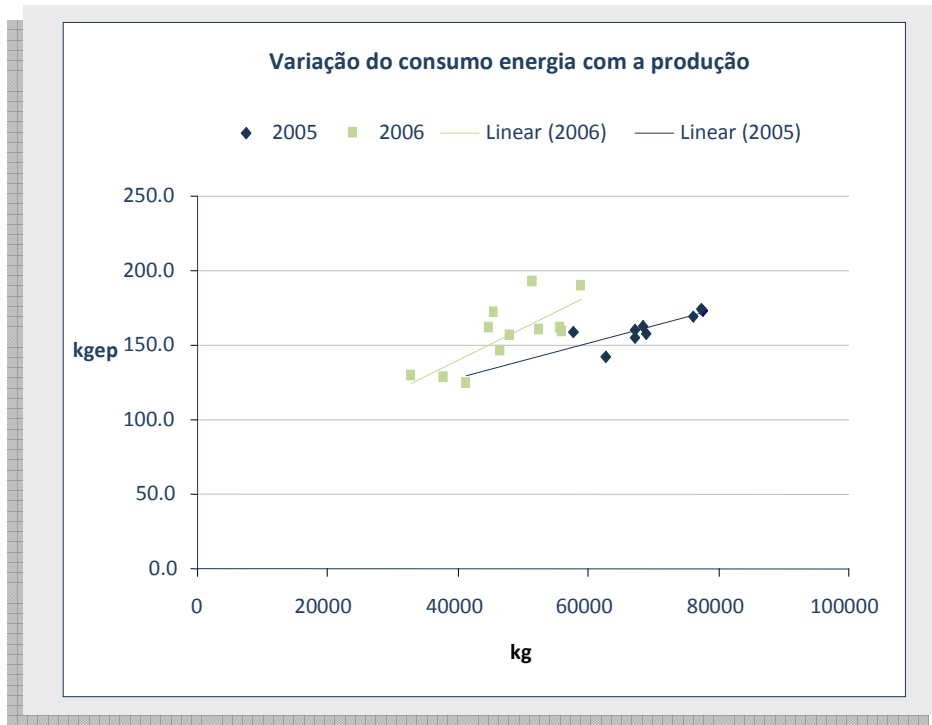


Figura 11 – Variação dos consumos de energia com as produções

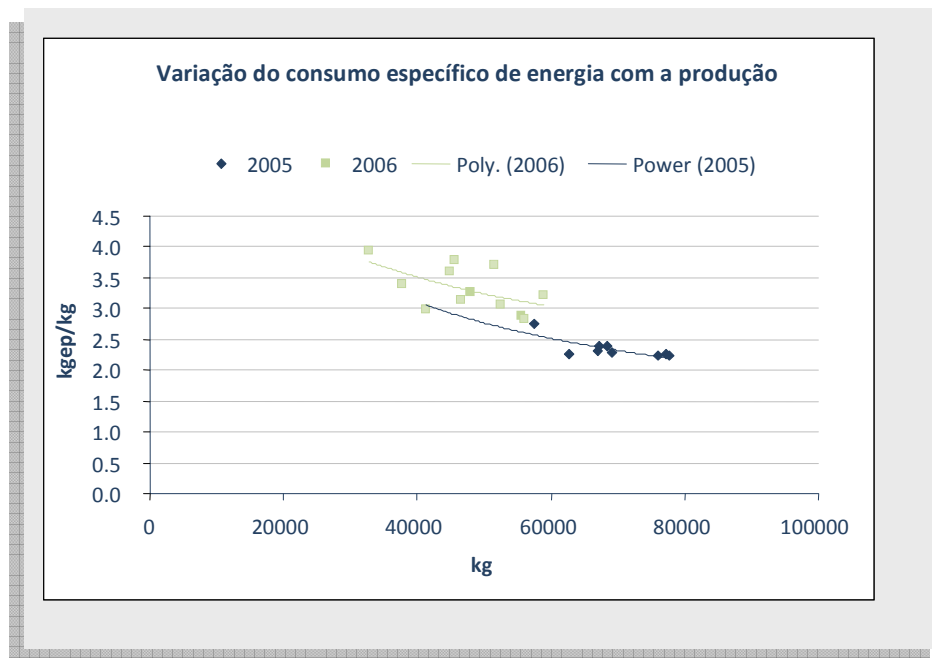


Figura 12 – Variação dos consumos específicos de energia com as produções

Estas figuras referem-se a produções mensais de determinado produto em 2 anos consecutivos, podendo-se retirar delas algumas conclusões que a seguir se enumeram:

- As produções mensais em 2006 foram na generalidade inferiores em massa às verificadas em 2005;
- Os consumos mensais de energia em 2006 mantiveram-se, na generalidade, aos níveis de 2005, o que teve como consequência o aumento dos consumos específicos de energia;
- Os consumos específicos de energia aumentaram por dois motivos que se adicionam: porque a produção diminuiu e porque houve aumento de ineficiências do sistema de produção. Se não tivesse havido aumentos de consumos por ineficiência, a linha a “verde” estaria na continuação da linha “azul”, o que teria tido como consequência aumentos dos consumos específicos de energia mas não tão acentuados. No entanto, encontrando-se acima indica que, mesmo sem redução da produção, continuaria a haver aumento do consumo de energia.
- Conclui-se que o indicador “consumo específico” nos dá uma quantificação da evolução da eficiência dos sistemas que o simples conhecimento dos consumos de energia não daria. É importante, face a estes resultados, identificar as causas desta situação para poderem ser corrigidas, caso se confirme serem ineficiências e não resultado de outros factores que não possam ser evitados.

O exemplo apresentado pode ser utilizado para qualquer intervalo de tempo e para quaisquer unidades que se definam. No caso apresentado, as unidades foram o quilograma de produto transformado para a produção e o quilograma equivalente de petróleo para a unidade de energia.

Toda esta informação que se tem vindo a analisar pressupõe que se conhece o que se consome de energia. Para tal é necessário medir várias grandezas de que depende o consumo de energia nas suas várias formas. Medir pressupõe dispor de equipamentos adequados e operadores com formação. Além de medir é necessário recolher os dados e analisá-los de uma forma crítica como se referiu já. O trabalho de campo de uma auditoria compreende a recolha de toda a informação possível e útil para a proposta de medidas de eficiência energética, devendo serem efectuadas todas as medições necessárias à identificação das possibilidades reais de economias de energia.

A necessidade de determinar os consumos de energia sob diferentes formas, constitui um requisito básico para a realização de uma auditoria energética ou para manter uma gestão energética actualizada. Controlar os fluxos de energia que entram, circulam e saem da empresa pontualmente ou de uma forma permanente no tempo, é extremamente importante para quantificar as perdas de energia.

Os valores mensais das diversas formas de energia adquiridas pela empresa são conhecidos, uma vez que são medidos e facturados pelas empresas fornecedoras. No entanto, a desagregação dos consumos de energia por utilização, secção ou equipamento e a avaliação das perdas de energia necessita ser contabilizada, ou seja, necessita de serem previamente medidos os consumos de energia.

Para cada situação de medição existem diversas soluções mas, para a escolha da mais apropriada, é imprescindível conhecer as possibilidades e as características dos equipamentos de medição.

Apresentam-se, a seguir, alguns equipamentos úteis para levantamentos energéticos neste sector.

3.2.3.2 Medição de grandezas eléctricas

Um analisador de energia eléctrica é um equipamento que permite medir um conjunto de parâmetros que definem um sistema eléctrico. Existem vários tipos, cada um com o seu princípio de funcionamento, mas basicamente todos apresentam o mesmo resultado final. São equipamentos portáteis, fáceis de transportar devido às suas dimensões e peso, e de relativamente fácil utilização. Para correntes trifásicas, possuem três pinças amperimétricas e quatro cabos medidores de tensão, que permitem fazer as leituras dos diferentes parâmetros eléctricos entre as fases. Na Figura 13 apresentam-se estes equipamentos em utilização.

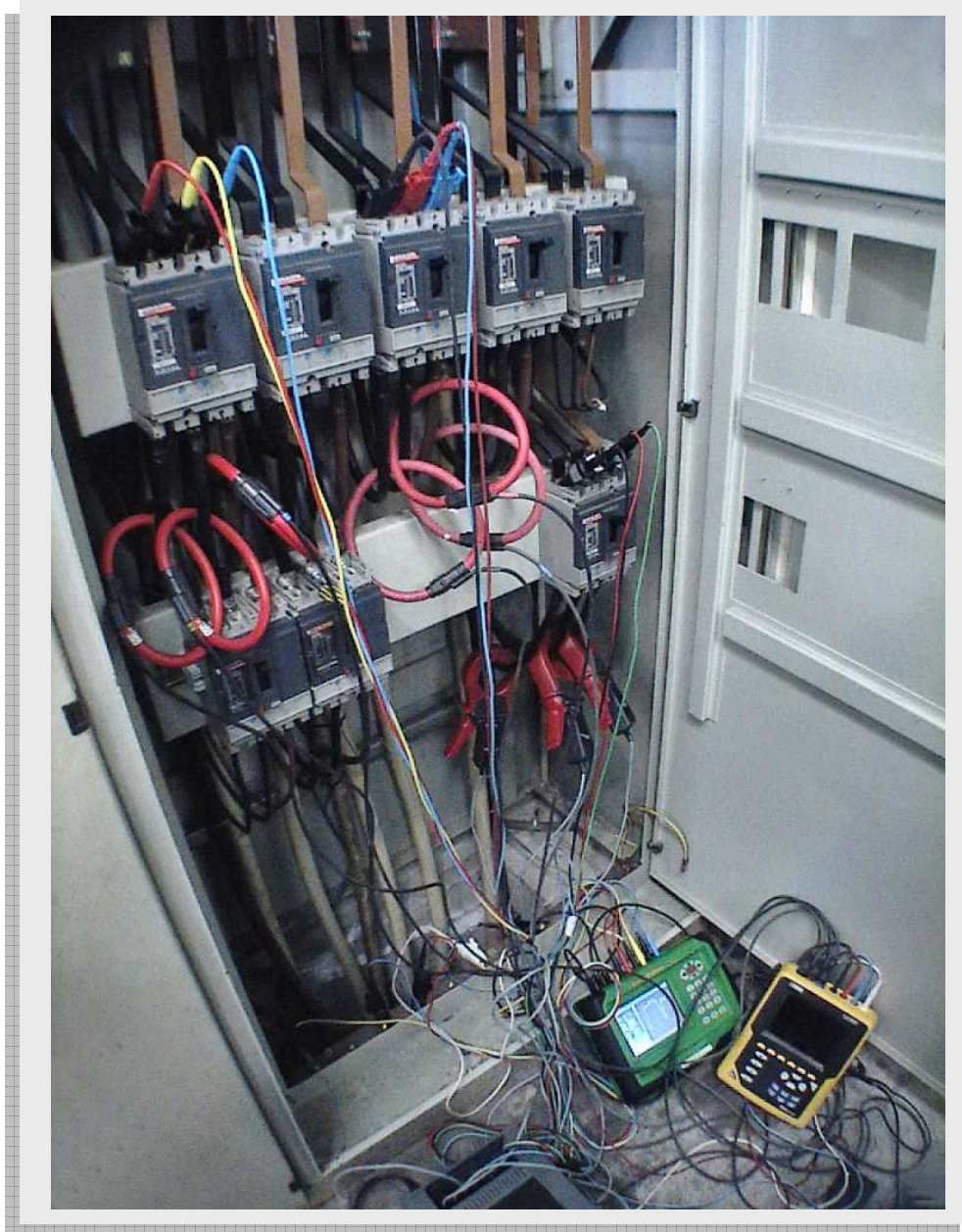


Figura 13 – Analisadores de redes eléctricas

Existem modelos de analisadores de energia eléctrica que permitem registos dos valores instantâneos, médios e máximos em intervalos de tempo definidos pelo operador, relativos às tensões, correntes, factores de potência ($\cos \phi$), potências activas, reactivas e aparentes, e consumos de energia quer por fase quer total. Possuem memória de aquisição de dados que lhe permite, não só armazenar informação, como transferir essa informação para PC para tratamento posterior dos parâmetros desejados em qualquer folha de cálculo.

Deverão, também, ter a possibilidade de medir e analisar as distorções provocadas pelas harmónicas introduzidas por certas cargas na rede eléctrica, como é o caso dos variadores de frequência.

Os analisadores de energia eléctrica, são instrumentos que poderão servir de apoio ao gestor de energia, devido à informação por eles fornecida, permitindo tirar conclusões relativamente às grandezas eléctricas características de um circuito eléctrico de uma instalação ou equipamento, como, por exemplo: o factor de potência, o diagrama de carga de consumo de energia eléctrica, o índice de carga dos transformadores, o equilíbrio entre fases, etc.

3.2.3.3 Medições em gases de combustão

A análise de gases provenientes da combustão é utilizada como método de controlo de algumas variáveis e parâmetros de operação de geradores de calor, tais como: excesso de ar de combustão, emissões gasosas, caudal de gases, rendimento de combustão, etc. São, também, indispensáveis na realização de balanços de energia, pelo que deverão medir, pelo menos os teores em O_2 , CO e CO_2 (este último podendo ser obtido por cálculo). Em termos simples, o seu funcionamento consiste em aspirar os gases de combustão os quais passam através de um purgador de condensados e filtros de modo a reter a água e poeiras tendo em vista evitar a degradação das células de medida.

O oxigénio e o monóxido de carbono contido nos gases de combustão devem ser efectivamente reduzidos para que os equipamentos operem o mais eficientemente possível. A análise dos gases de exaustão permite determinar as concentrações destes gases e ajustar as instalações produtoras de energia térmica para a máxima eficiência.

Os analisadores de gases provenientes da combustão devem ser compactos, leves, de fácil transporte e de fácil utilização e ainda mais importante, os valores devem ser rapidamente medidos/determinados e com baixo consumo de energia. Naturalmente, a sua manutenção deverá ser mínima e de baixo custo e a assistência técnica deverá existir e ser rápida.

Na Figura 14 é apresentado o esquema simplificado de um analisador de gases de combustão.



Figura 14 – Analisador de gases de combustão

3.2.3.4 Medição de caudais

Caudal mássico ou volumétrico é a quantidade de material em massa ou em volume que atravessa uma dada secção por unidade de tempo.

Medidas directas de caudal mássico de fluidos são raramente realizadas industrialmente, sendo geralmente inferidas, entre outras formas, das medidas de caudais volumétricos. Mesmo estes são normalmente inferidos através da medida do diferencial de pressão ou da velocidade, tendo que ser conhecida a área, e devendo-se ainda levar em conta as propriedades do fluido, como densidade, viscosidade, etc.

No caso dos líquidos, na ausência de contadores instalados nas condutas, podem-se utilizar caudalímetros portáteis ultrassónicos que têm a vantagem de não serem intrusivos, o que facilita a sua instalação para medições de curta ou média duração como é o caso das auditorias de energia. Ver Figura 15.



Figura 15 - Medição de caudais de líquidos por caudalímetro ultrassónico

Para a medição de caudais de ar, como por exemplo em ventiladores, ar comprimido, em climatização, etc, os medidores de caudal mais utilizados podem ser divididos em dois grupos:

- Medidores de caudal por diferencial de pressão;
- Medidores de caudal por velocidade.

Em seguida são descritos os procedimentos de utilização dos principais tipos destes equipamentos de medida.

Medição de caudal através da pressão diferencial

São instrumentos que medem a queda de pressão provocada pela passagem do fluido através de um dispositivo de geometria conhecida como parâmetro de medida. Essa queda de pressão é função do caudal que passa pelo dispositivo. Os seguintes factores devem ser levados em conta na selecção dos medidores de caudal por pressão diferencial: características do fluido, impurezas ou materiais em suspensão, viscosidade, incrustação, erosão, perda de carga possível, características da instalação, troço recto da tubagem, precisão necessária, considerações económicas etc.

TUBO DE PITOT

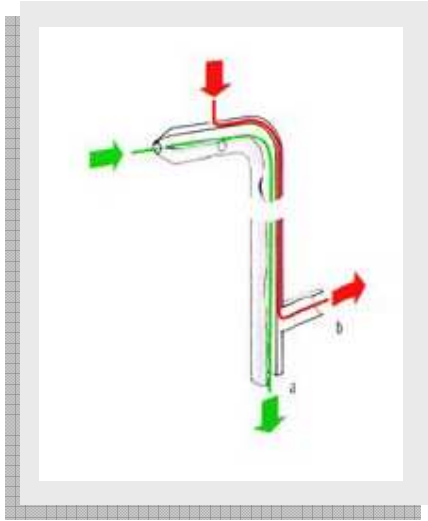


Figura 16 – Esquema de um Tubo de Pitot

Este instrumento é muito utilizado para medir caudais de gases em tubagens industriais e em sistemas de ventilação.

Consta basicamente de um tubo metálico dobrado em forma de "L", que permite medir a pressão total ou de estagnação e a pressão estática. A velocidade de escoamento é função da diferença destas pressões.

Medição de caudal através da velocidade

Estes instrumentos fornecem um sinal que varia de modo linear em relação ao volume do escoamento.

ANEMÓMETRO DE TURBINA

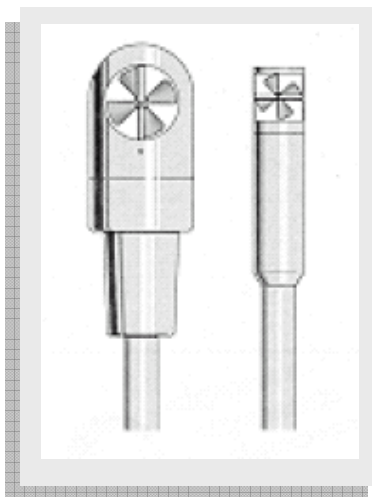


Figura 17 – Esquema de um anemômetro de turbina

O princípio de funcionamento desta sonda é baseado na conversão do movimento rotativo em impulsos electrónicos. A passagem do escoamento faz girar a turbina e a existência de um interruptor indutivo “conta” as rotações da turbina, originando uma série de impulsos que são convertidos pela unidade de medida num valor de velocidade.

O erro causado pelo atrito do eixo no início da medida é corrigido electronicamente.

ANEMÓMETRO TÉRMICO OU DE FIO QUENTE

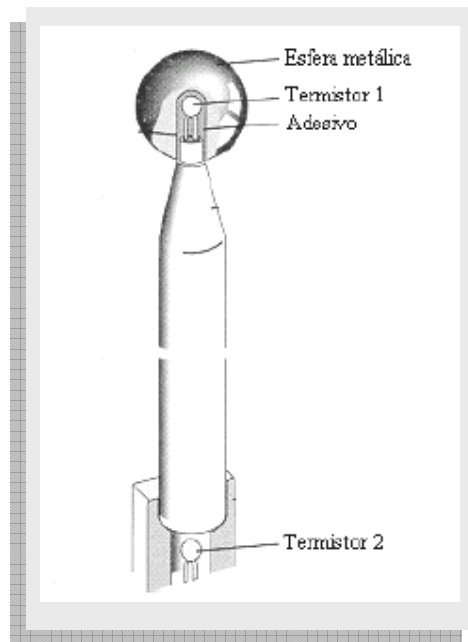


Figura 18 – Esquema de um anemómetro térmico

Este tipo de sensor para medição da velocidade dum fluido gasoso, compreende uma esfera de alumínio que contém um termistor (1) que é aquecido até 100°C por uma corrente eléctrica. O calor gerado é dissipado uniformemente na esfera de alumínio ou fio constituente da sonda, que é arrefecida pela corrente de ar a medir e que por sua vez provoca o aumento da resistência do termistor, por forma a que a temperatura do termistor se mantenha constante.

A variação de corrente eléctrica para manter o termistor à temperatura constante de 100°C corresponde a uma velocidade indicada no aparelho de medida.

Se em vez da sonda ser esférica, for constituída por um fio com uma dada resistência eléctrica estamos no caso do anemómetro de fio quente.

3.2.3.5 Medições de temperatura

A temperatura é a unidade física medida com mais regularidade na indústria, encontrando-se diferentes métodos de medição. A escolha do transdutor apropriado depende basicamente dos seguintes factores:

custo do sistema, precisão requerida, tempo de resposta e alcance. A seguir, descrevem-se os transdutores mais comuns na indústria e os seus princípios básicos de funcionamento.

TERMOPARES

A medição da temperatura usando termopares é baseada no efeito termoelétrico. Uma intensidade de corrente percorre um circuito eléctrico, se o condutor for composto por duas ligas diferentes os seus pontos de contacto estão a diferentes temperaturas.

Se for conhecida a temperatura de um ponto (ponto de referência), a “termo voltagem” presente é a medida directa da diferença da temperatura entre o ponto de medida (terminal quente) e o ponto de referência (terminal frio).

TERMORESISTÊNCIA (PT100)

Este tipo de sensor é baseado no princípio da variação directa da resistência eléctrica do material com a temperatura. Os metais mais usados nestes dispositivos variam desde a platina que é muito reprodutível, bastante sensível e muito cara, ao níquel que não é tão reprodutível, é mais sensível e menos caro.

Um padrão aplicado bastantes vezes estabelece a resistência, à temperatura de 0°C, em múltiplos de 100 Ω; daí a denominação de Pt100. O sensor de platina é considerado o mais exacto entre os sensores de temperatura.

A gama de utilização depende naturalmente do tipo de fio usado como elemento activo. Assim um sensor de platina, típico, tem uma gama de -200°C a +600°C, enquanto que um construído em níquel pode ter uma gama de -180°C a +300°C.

TERMISTOR

Os termistores são recentes, de baixo custo e fabricados a partir de semicondutores, sendo vulgares os discos, contas e varetas variando em tamanho desde uma conta de 1mm de diâmetro a um disco de vários centímetros de diâmetro e vários centímetros de espessura. O princípio de funcionamento é idêntico aos Pt100, ou seja, a resistência do material varia com a temperatura, mas neste caso, varia inversamente: quando aumenta a temperatura diminui a resistência.

Este tipo de sensor não necessita de um ponto para a temperatura de referência como no caso dos termopares, o que permite um tempo de resposta mais rápido quando há alterações bruscas da temperatura.

TERMÓMETROS POR INFRAVERMELHOS (SEM CONTACTO)

Este tipo de aparelhos mede a temperatura da superfície de um objecto sem necessidade de contacto, medindo a quantidade de radiação infravermelha emitida. O aparelho possui um filtro especial que

elimina as interferências do vapor de água e do dióxido de carbono existentes na atmosfera, e um conjunto de ópticas que direccionam os raios infravermelhos para um detector que por sua vez gera uma tensão directamente proporcional à quantidade de energia infravermelha recebida. Estes equipamentos também permitem medir a emissividade de superfícies aquecidas. A emissividade é a razão entre a quantidade de energia emitida por um objecto e a energia emitida pelo Corpo Negro (máxima radiação emitida). Um corpo negro tem emissividade 1 e naturalmente todos os outros objectos têm uma emissividade menor que o valor 1.

Este tipo de equipamento é muito vantajoso para medir temperaturas de paredes aquecidas que estejam inacessíveis, caso de fornos, permitindo a detecção de zonas com isolamentos eventualmente deteriorados.

3.2.3.6 Síntese da análise energética

Pode-se afirmar que o controlo da utilização da energia, quer por meio de uma auditoria energética quer por meio de um sistema adequado de gestão energética, é fundamental para que seja possível contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas que se verificam, tendo como finalidade última reduzir essas perdas sem afectar a produção, isto é, economizar energia através do uso mais eficiente da mesma.

Qualquer processo de gestão de energia terá necessariamente que começar pelo conhecimento da situação energética da instalação. O princípio é óbvio - para gerir é indispensável conhecer o objecto de gestão. Através da auditoria energética e da gestão do uso da energia poderá ser planeada a concretização de medidas que induzirão ao aumento da eficiência energética.

As economias de energia possíveis de realizar pela implementação de medidas conducentes à racionalização dos consumos, conduzem a benefícios que se repercutem ao nível macroeconómico, através da diminuição da dependência energética e, de forma imediata e directa, ao nível do consumidor, com as seguintes vantagens:

- Conhecimento profundo das instalações e do custo energético de cada fase, processo ou sistema;
- Aumento da eficiência do sistema energético;
- Redução da factura energética;
- Aumento da competitividade no mercado interno e externo e aumento de disponibilidade de meios para outros fins.

3.2.4 Medidas economizadoras e análise de oportunidades

Tendo em atenção os sistemas energéticos maioritariamente utilizados no sector em estudo, apresenta-se um guia que pode servir de base à implementação de metodologias de gestão da energia. Dividiremos este guia da seguinte forma:

- Ar comprimido;

- Iluminação;
- Accionamentos.

3.2.4.1 Sistemas de produção e utilização de ar comprimido

Apresenta-se em seguida uma breve descrição dos componentes de produção e utilização do ar comprimido acompanhada de medidas de boa gestão energética.

Componentes principais de uma rede de ar comprimido

FILTRO DE AR E LINHA DE ASPIRAÇÃO

O filtro tem a função de reter partículas de poeira que desgastariam rapidamente o compressor e degradariam a qualidade do ar sem a sua presença.

Deve ser feita a limpeza ou troca periódica do elemento filtrante de acordo com as recomendações do fabricante. Trata-se de uma medida de economia de energia pois o aumento da perda de carga reduz a eficiência energética do compressor, referindo certos autores que para cada 25 mbar de perda de carga na aspiração, a eficiência energética é reduzida em cerca de 2%.

A linha de aspiração deve ser o mais direita possível, com o mínimo de curvas. A velocidade média do escoamento não deve ser superior a 6 m/s para compressores alternativos de acção simples e 7 m/s para os de dupla acção. O cálculo do diâmetro pode se feito facilmente pela relação entre o caudal volumétrico Q, a área S e a velocidade v:

$$Q=S v$$

De notar que o caudal volumétrico é considerado na entrada do compressor. Se o fabricante especifica o caudal noutras condições, como, por exemplo, em metros cúbicos normais por hora, ele pode ser calculado considerando uma aproximação com o gás ideal e usando a respectiva equação de estado.

COMPRESSOR

Existem muitos tipos de compressores, os quais podem ser refrigerados a ar ou água. Informações detalhadas sobre compressores podem ser obtidas em catálogos ou “websites” de fabricantes.

ARREFECEDOR POSTERIOR

Também chamado pelo nome em inglês (aftercooler), é um simples permutador de calor que reduz a temperatura do ar, provocando a condensação da humidade que é removida pelo separador.

Na maioria das unidades integradas actuais, o aftercooler (e o intercooler, se for o caso) fazem parte do conjunto e podem usar água ou ar.

No caso do arrefecimento a água, existe uma fórmula empírica simples para calcular, de forma aproximada, o caudal necessário de água: $Q = 0,5 + 0,3 t$. Onde t é a temperatura de entrada da água em °C e Q é o caudal de água (l/min) por cada m³/min de ar aspirado no compressor.

SECADOR

Em geral, o arrefecedor posterior consegue remover 60 a 70% da água contida no ar. Valores típicos de temperatura na saída estão na faixa de 40°C. É comum expressar a humidade do ar em termos de ponto de orvalho. Quanto menor, menor o teor de humidade. A tabela abaixo dá uma correspondência para alguns valores considerando a pressão atmosférica normal.

| | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ponto orvalho °C | 0 | -5 | -10 | -20 | -30 | -40 | -60 | -80 |
| Humidade ppm | 3800 | 2500 | 1600 | 685 | 234 | 80 | 6,5 | 0,3 |

A humidade residual acompanha o fluxo de ar. Uma parte condensa-se no fundo do reservatório e o restante chega aos equipamentos consumidores. A presença de humidade favorece a corrosão das tubagens e pode danificar válvulas, cilindros e outros dispositivos prejudicando processos como pinturas e outros. A remoção da maior parte dessa humidade pode ser feita com secadores. No secador por refrigeração a redução da humidade ocorre através do arrefecimento do ar com o uso de um circuito comum de refrigeração.

Para teores menores de humidade, são usados secadores por adsorção. São empregadas substâncias excicadoras (sílica-gel, alumina ou outras) dispostas em colunas pelas quais passa o ar. Entretanto, os dessecantes saturam-se e precisam de ser regenerados. Por isso há duas colunas, de forma que uma está em uso e outra em regeneração por meio de uma corrente de ar aquecida obtida de um conjunto soprador e aquecedor.

A coluna regenerada recebe uma purga de ar seco antes de entrar em serviço. Alguns excicantes não precisam de aquecimento e são regenerados apenas com a passagem de ar seco. Energeticamente são menos eficientes devido à perda de ar seco para a regeneração. Alguns detalhes podem ser vistos em “websites” de fabricantes.

Os excicantes comuns permitem obter pontos de orvalho até cerca de -40°C. Para teores ainda menores de humidade, são usados excicantes tipo peneiras moleculares. São substâncias chamadas zeólitas (silicatos hidratados de alumínio e um ou mais metais alcalinos ou alcalino-terrosos). Os poros têm dimensões moleculares e o poder de adsorção é grande. Podem ser obtidos pontos de orvalho na faixa de -80°C.

Os excicantes também têm suas desvantagens. Exigem filtros na saída para prevenir o arraste de partículas para a rede. A perda de pressão é maior que a dos secadores por refrigeração. A vida útil não é ilimitada. Em geral, os fabricantes recomendam a troca a cada 3-5 anos, dependendo das condições de operação. Contaminantes como óleos ou poeiras abreviam o período de troca.

RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO

O reservatório exerce funções importantes na instalação. Estabiliza o escoamento no caso de fluxo pulsante de compressores alternativos. Contribui, também, para redução da humidade, em especial para instalações sem secador, pois alguma água sempre se condensa no mesmo. É uma reserva de ar pressurizado que supre variações de consumo na rede e permite uma actuação mais espaçada do controle de carga/alívio do compressor. O dimensionamento do seu volume é muitas vezes feito com regras práticas. Uma delas é:

Volume do reservatório em $m^3 = (1/10)$ a $(1/6)$ do caudal do compressor em m^3/min .

Breves noções sobre dimensionamento de instalações de ar comprimido

CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA

No caso de secadores de ar comprimido por refrigeração, há outro factor muito importante que deve ser levado em consideração: a carga térmica. Como o artifício que o secador usa é reduzir a temperatura do ar comprimido até, aproximadamente, 30 °C, para provocar a condensação de água, é necessário prever a energia calorífica que o circuito de refrigeração terá de retirar da massa de ar comprimido, que é dada pelo caudal de ar comprimido, a pressão de operação e a sua temperatura no instante em que entra no equipamento de refrigeração.

Ainda assim, mesmo que sejam observadas e corrigidas as condições de operação dos secadores de ar comprimido, é necessário ficar atento à temperatura ambiente onde está instalado o equipamento, pois a maioria tem condensação a ar, ou seja, o arrefecimento do fluido frigorífico é feito com o ar ambiente e, caso este esteja muito quente (o que é comum em salas de máquinas), pode não trocar calor suficiente e provocar a elevação da pressão do circuito frigorífico, desarmando o secador através do pressostato de segurança.

Pensando na complexidade do problema e em todos os factores que devem ser resguardados para que realmente se tenha um ar comprimido de boa qualidade (sem água, óleo e partículas), é interessante ter sistemas de monitorização das condições de operação em secadores de ar comprimido por refrigeração. Trata-se de monitorizar continuamente as temperaturas envolvidas no processo de secagem:

- A temperatura ambiente;
- A temperatura de entrada do ar comprimido;
- A temperatura de saída do ar comprimido;
- A temperatura de evaporação do fluido frigorífico;
- A temperatura no evaporador do ar comprimido.

Através do painel microprocessador, é possível ajustar para cada sector as temperaturas mínimas e máximas permitidas para cada instalação. Caso alguma temperatura ultrapasse os limites pré-ajustados, o painel alarmará avisando o operador sobre a anomalia. Pode-se programar o secador para apenas alarmar e seguir operando ou desligar em caso de qualquer anomalia. Tudo isso para garantir ao

utilizador a entrega de ar comprimido 100% isento de contaminantes (água, óleo e partículas), ou seja, a garantia do retorno do investimento na qualidade do ar comprimido das instalações.

CÁLCULO DE TUBAGENS

Ao planear-se um ramal ou rede de distribuição de qualquer fluido, é importante verificar o compromisso entre as perdas de pressão provocadas pela tubagem e acessórios e o seu custo. Tubagens sobredimensionadas representam um custo desnecessário de investimento e tubagens subdimensionadas provocam perdas elevadas, comprometendo a eficiência energética do sistema. Seguidamente, são dadas algumas informações sobre o assunto, de forma específica para o ar comprimido.

Tópicos:

- Tabela de comprimentos equivalentes
- Fórmula para cálculo
- Formulário para cálculo
- Exemplo de cálculo

COMPRIMENTO EQUIVALENTE (CONCEITO)

O esquema junto representa um trecho simples de tubagem, com um registo e duas curvas, conduzindo ar comprimido de A até D. O problema básico é saber a pressão em D, dados a pressão em A, o caudal e o diâmetro da tubagem. Ou seja, saber a perda de pressão provocada pela tubulação e acessórios.



Um método comum de cálculo é aí explicitado: considera-se a tubulação retilínea com comprimento igual à soma dos trechos entre ligações.

Esse comprimento é acrescido do trecho D'D, que é a soma dos comprimentos equivalentes de cada acessório ligação, registo. Comprimento equivalente de um acessório é o comprimento de tubagem do mesmo diâmetro que provoca a mesma perda de pressão do acessório. No caso do exemplo anterior, o comprimento D'D é a soma dos comprimentos equivalentes do registo e das duas curvas. Uma vez determinado o comprimento total, isto é, da tubagem mais os troços equivalentes, aplica-se uma fórmula para determinar a perda de pressão. Notar que, no caso de líquidos como a água e outros, é obrigatório considerar a diferença de alturas físicas entre os pontos, devido à pressão hidrostática. Para gases, a baixa massa específica torna esta contribuição pequena e pode ser desprezada sem grandes desvios na maioria dos casos práticos.

A tabela abaixo dá os comprimentos equivalentes em metros de tubo de aço novo para alguns acessórios comuns. Os valores em azul referem-se ao tipo roscado e os a verde, ao tipo flangeado.

| | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
|-----------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Curva 45º raio médio | 0,21 | 0,28 | 0,39 | 0,52 | 0,64 | 0,83 | 0,97 | 1,20 | 1,70 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 0,52 | 0,91 | 0,80 | 1,10 | 1,40 | 1,70 | 2,30 | 2,70 |
| Curva 90º raio médio | 0,67 | 0,70 | 0,83 | 0,98 | 1,00 | 1,10 | 1,11 | 1,20 | 1,40 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 0,83 | 0,88 | 1,00 | 1,30 | 1,50 | 1,70 | 2,10 | 2,40 |
| Curva 180º raio médio | 1,10 | 1,13 | 1,60 | 2,00 | 2,30 | 2,60 | 2,80 | 3,40 | 4,00 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 0,83 | 0,88 | 1,00 | 1,30 | 1,50 | 1,70 | 2,10 | 2,40 |
| Filtro em Y | 1,50 | 2,00 | 2,30 | 5,50 | 8,10 | 8,30 | 8,80 | 10,4 | 12,8 | 16,2 | 18,6 | --- | --- |
| Joelho 90º | 1,10 | 1,35 | 1,60 | 2,00 | 2,25 | 2,60 | 2,80 | 3,40 | 4,00 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 0,95 | 1,10 | 1,30 | 1,80 | 2,20 | 2,70 | 3,70 | 4,30 |
| Redução (val médios) | --- | --- | 0,50 | --- | 0,70 | 1,00 | --- | 2,00 | 2,50 | --- | --- | --- | --- |
| Registo angular | 1,60 | 4,60 | 5,20 | 5,50 | 5,50 | 5,55 | 5,55 | 5,55 | 5,55 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 6,40 | 6,70 | 8,50 | 11,6 | 15,2 | 19,2 | 27,4 | 36,6 |
| Registo diafragma | --- | --- | 1,20 | --- | 2,00 | 3,00 | --- | 4,50 | 6,00 | 8,00 | 10,0 | --- | --- |
| Registo gaveta | 0,17 | 0,20 | 0,25 | 0,34 | 0,37 | 0,46 | 0,52 | 0,58 | 0,76 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 0,80 | 0,83 | 0,85 | 0,88 | 0,95 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Registo globo | 6,70 | 7,30 | 8,80 | 11,3 | 12,8 | 16,5 | 18,9 | 24,0 | 33,5 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 21,4 | 23,5 | 28,7 | 36,6 | 45,7 | 47,9 | 79,3 | 94,5 |
| Tê fluxo direito | 0,52 | 0,73 | 0,99 | 1,40 | 1,70 | 2,30 | 2,80 | 3,70 | 5,20 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 0,55 | 0,58 | 0,67 | 0,85 | 1,00 | 1,20 | 1,40 | 1,60 |
| Tê fluxo lateral | 1,30 | 1,60 | 2,00 | 2,70 | 3,00 | 3,70 | 3,90 | 5,20 | 6,40 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 2,00 | 2,30 | 2,90 | 3,70 | 4,60 | 5,50 | 7,30 | 9,10 |
| União | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,16 | 0,19 | --- | --- | --- | --- |
| Válvula de retenção | 2,40 | 2,70 | 3,40 | 4,00 | 4,60 | 5,80 | 6,70 | 8,20 | 11,6 | --- | --- | --- | --- |
| | --- | --- | --- | --- | --- | 5,20 | 6,40 | 8,30 | 11,6 | 15,2 | 19,2 | 27,4 | 36,6 |

Na literatura técnica existem algumas fórmulas empíricas para o cálculo da perda de pressão numa linha de ar comprimido. Poderá ser usada a seguinte fórmula:

$$\Delta p = C L Q^2 / (r d^5)$$

Onde:

C - coeficiente que depende do material do tubo. Para aço comum $C = 0,1025 / d^{0,31}$.

L - comprimento total da tubagem, isto é, o seu comprimento físico mais os comprimentos equivalentes dos acessórios que existirem.

Q - caudal volumétrico de ar livre que flui pela tubagem.

r - relação de compressão, isto é, a razão entre a pressão absoluta do ar na linha e a pressão absoluta da atmosfera.

d - diâmetro interno da tubagem.

Esta fórmula usa unidades americanas: pressões em psi, comprimento em pés, diâmetro em polegadas e caudal em pés cúbicos por segundo.

Produção de ar comprimido – recomendações

- Desligar o compressor em períodos de paragem prolongada;
- Produzir o ar comprimido à pressão mínima necessária;
- Utilizar um compressor de ar correctamente dimensionado;
- Garantir que o ar aspirado pelo compressor é limpo e frio;
- Recuperar o calor do sistema de refrigeração do compressor;
- Efectuar a manutenção regular dos equipamentos da central;
- Utilizar motores eléctricos de alto rendimento;
- Instalar variadores de velocidade.
- Desligar o compressor em todos os períodos de paragem prolongada dos utilizadores

A primeira recomendação de "boas práticas" vai no sentido de manter o compressor ligado apenas quando se regista consumo útil de ar comprimido na instalação fabril.

Caso contrário, por força das fugas de ar que existem sempre (em maior ou menor grau) em qualquer rede deste fluido, o compressor entrará em laboração por algum tempo (para manter o nível de pressão na rede), provocando consumos de electricidade desnecessários.

Para a concretização desta medida, deverão ser instituídos procedimentos (rotinas), no sentido de colocar fora de serviço a central de ar comprimido em todas as situações de paragem da instalação, tais como: refeições, período nocturno (se for o caso), fim-de-semana, etc.

Sempre que haja regularidade nestes períodos de paragem, constitui uma solução mais eficiente instalar dispositivos automáticos (tipo relógio programável), para efectuar o controlo do funcionamento do compressor sem qualquer intervenção manual.

- Produzir o ar comprimido à pressão mínima necessária

O consumo de electricidade dum compressor aumenta com o valor da pressão a que o ar é produzido; por outras palavras, produzir 1 m³ de ar a 7 bar, consome bastante mais energia eléctrica, do que produzi-lo a 4 ou 5 bar.

O gráfico da Figura 19, onde se apresenta a variação da energia eléctrica absorvida para a produção de 1 m³ de ar (kWh/m³), ou seja, a variação do consumo específico eléctrico dum compressor típico, para diferentes pressões de regulação, permite visualizar a inter-relação entre os dois factores:

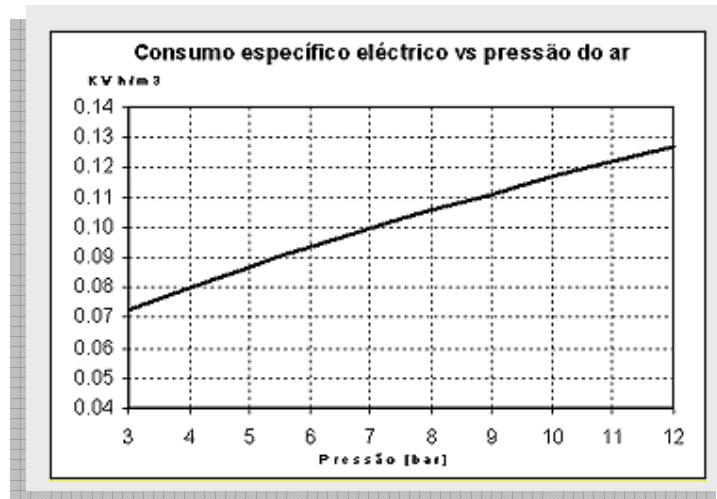


Figura 19 – Consumo de energia versus pressão do ar comprimido

Complementarmente, quanto maior é a pressão do ar, maior é o caudal que se escapa pelos eventuais pontos de fuga normalmente existentes neste tipo de instalação. Por este conjunto de motivos, o ar deve ser produzido a uma pressão apenas ligeiramente superior (0,5 a 1 bar), ao valor máximo pretendido nos utilizadores, sem contudo, nunca se pôr em causa o correcto funcionamento dos equipamentos pneumáticos e respeitando sempre as instruções dos fabricantes.

As poupanças de energia eléctrica que se poderão obter com a redução da pressão a que o ar é comprimido, são função de muitas variáveis, nomeadamente o nível da redução da pressão e o regime da carga médio do compressor.

- Utilizar um compressor de ar correctamente dimensionado

A grande maioria das empresas industriais utiliza compressores de ar cuja regulação é efectuada no sistema carga-vazio entre dois níveis de pressão, isto é, o compressor entra em carga quando a pressão na rede desce abaixo dum valor pré-definido (limite inferior) e passa ao regime de vazio quando a mesma atinge o limite superior.

Nestas condições, o motor do compressor apresenta consumos eléctricos muito distintos, sendo da ordem (ou ligeiramente superiores) da sua potência nominal quando o compressor se encontra em carga e de cerca de 15% a 25% da potência nominal, na situação de vazio.

O consumo eléctrico do compressor na situação de vazio não é pois desprezável e, dado que corresponde a um regime em que não há produção útil de ar comprimido, aquele consumo é totalmente desperdiçado, devendo, por isso, procurar-se que a duração do período de vazio seja mínima; por outras palavras, para se obter a máxima eficiência energética, o compressor deverá estar dimensionado por forma a trabalhar no regime de carga o máximo tempo possível.

No entanto, face ao custo dum compressor, a substituição duma unidade sobredimensionada por outra de menor capacidade, deverá ser alvo duma análise caso a caso, por forma a verificar se as poupanças

resultantes amortizam o investimento (no novo compressor) num prazo razoável; por este motivo, consideram-se normalmente "aceitáveis" regimes médios de carga do compressor superiores a 60%.

Em algumas instalações é possível minimizar o desperdício de energia eléctrica associado ao regime de vazio com o recurso a um controlo temporizado que desliga totalmente o compressor ao fim dum período pré-definido a laborar naquele regime de funcionamento (situação já prevista nalguns compressores); a duração deste período (1 minuto, 3 minutos, etc.), será definida através da análise dos tempos de funcionamento do compressor em carga e em vazio, por forma a evitar um número excessivo de arranques do motor. Certos fabricantes não recomendam mais do que 8 a 10 arranques por hora.

- Garantir que o ar aspirado pelo compressor é limpo e frio

Sendo os compressores, máquinas volumétricas, o seu rendimento é tanto maior, quanto maior for a densidade (kg/m³) do ar que é aspirado para a compressão.

Uma vez que a densidade do ar ambiente diminui com o aumento da temperatura, deve procurar-se que o ar de aspiração dos compressores seja admitido à temperatura mais baixa possível, por forma a obter o máximo rendimento energético do sistema; os valores práticos apontam para um agravamento do consumo eléctrico do compressor da ordem dos 2% com um aumento de temperatura do ar de 5°C a 6°C.

Para este efeito, deve-se promover a ventilação adequada da central, instalando grelhas nas paredes, de preferência do lado mais frio (norte); simultaneamente, se os compressores forem arrefecidos a ar, evitar que este ar quente seja libertado no interior da central, canalizando-o para o exterior.

Outra qualidade do ar que pode influenciar o desempenho energético dos compressores é o seu estado de limpeza; efectivamente, a aspiração de ar pouco limpo provoca a colmatagem mais rápida do filtro de aspiração do compressor, criando uma maior perda de carga, factor que tem um impacto negativo no desempenho energético do compressor. Por este motivo, os compressores devem ser instalados num compartimento isolado da restante área fabril e assegurar que o ar aspirado do exterior é ar limpo; é aconselhável, também, promover regularmente a limpeza do filtro de aspiração, de preferência, de acordo com as instruções dos fabricantes.

- Recuperar o calor do sistema de refrigeração do compressor

Os compressores de ar podem-se considerar máquinas "pouco eficientes", pois da electricidade consumida, apenas 5 a 10 % é energia útil, ou seja, energia "transportada" pelo ar comprimido à saída do compressor.

A restante energia é perdida sob a forma de calor para o exterior, principalmente no sistema de refrigeração que absorve mais de 90% do consumo energético (eléctrico) do compressor. A refrigeração é efectuada por ar ou por água (esta normalmente nos equipamentos de maior dimensão), fluidos que são aquecidos ao atravessarem o sistema e que apresentam, por isso, um potencial importante de recuperação energética.

Nesta perspectiva é sempre vantajoso procurar um utilizador na instalação fabril que possa aproveitar esta fonte energética "gratuita", de preferência de forma contínua, ao longo do ano.

Muito embora as temperaturas do ar de arrefecimento dos compressores, (40°C a 60°C) e da água (40°C a 80°C), não sejam muito elevadas, são várias as possibilidades de recuperação, directa ou indirecta, da sua energia, citando-se alguns exemplos:

- Águas quentes sanitárias;
- Aquecimento ambiente;
- Pré-aquecimento de água, para utilização em caldeiras ou em qualquer outro processo em que haja adição de água fria com aquecimento posterior;
- Pré-aquecimento do ar de queima de sistemas de combustão.

Como se vê, as opções de recuperação são variadas sendo a mais comum a utilização do ar de arrefecimento do compressor para aquecimento ambiente (directo) de zonas limítrofes; esta alternativa tem, contudo, o inconveniente de se aproveitar aquela energia apenas durante 4 a 5 meses ao ano, devendo privilegiar-se, sempre que possível, utilizadores permanentes.

- Efectuar a manutenção regular dos equipamentos da central de ar comprimido

Para além da limpeza regular do compartimento da central (grelhas de ventilação incluídas), é de fundamental importância efectuar a manutenção correcta dos principais equipamentos aí instalados, por forma a que o padrão de eficiência do compressor se mantenha num patamar elevado.

Deverão, por isso, ser respeitados os intervalos de manutenção recomendados pelo fabricante, prestando-se especial atenção às válvulas dos compressores e ao sistema de refrigeração; é aconselhável, também, verificar periodicamente os filtros de ar e os purgadores de água do circuito.

- Utilizar motores eléctricos de alto rendimento e variadores de velocidade

A utilização de motores eléctricos de alto rendimento pode ser uma forma de reduzir as perdas energéticas no accionamento dos compressores. A título de exemplo fornece-se uma tabela comparando os rendimentos de motores "standard" com os de alto rendimento. No entanto, estes motores são mais caros que os "standard" pelo que é necessário avaliar criteriosamente as vantagens de utilização destes motores.

| kW | Motores standard | | Motores de alto rendimento | |
|-----|------------------|------|----------------------------|------|
| | Rendimento % | cosφ | Rendimento % | cosφ |
| 3 | 78 | 0,82 | 83 | 0,84 |
| 7,5 | 84 | 0,82 | 88 | 0,85 |
| 15 | 88 | 0,80 | 89 | 0,88 |
| 30 | 88 | 0,86 | 91,5 | 0,88 |
| 75 | 92 | 0,84 | 94,5 | 0,86 |
| 90 | 92 | 0,83 | 94,5 | 0,86 |

Também é de considerar o uso de variadores de velocidade por forma a manter o compressor a funcionar moduladamente em alternativa ao sistema “motor a funcionar à carga nominal/motor a funcionar em vazio”.

No gráfico da Figura 20 apresenta-se um diagrama típico de um compressor a funcionar em carga vazio durante um período de cerca de 6 minutos. A evolução apresentada deve ler-se da direita para a esquerda verificando-se neste caso um consumo de energia em vazio, sem produzir ar comprimido, da ordem dos 20 % do consumo nominal.

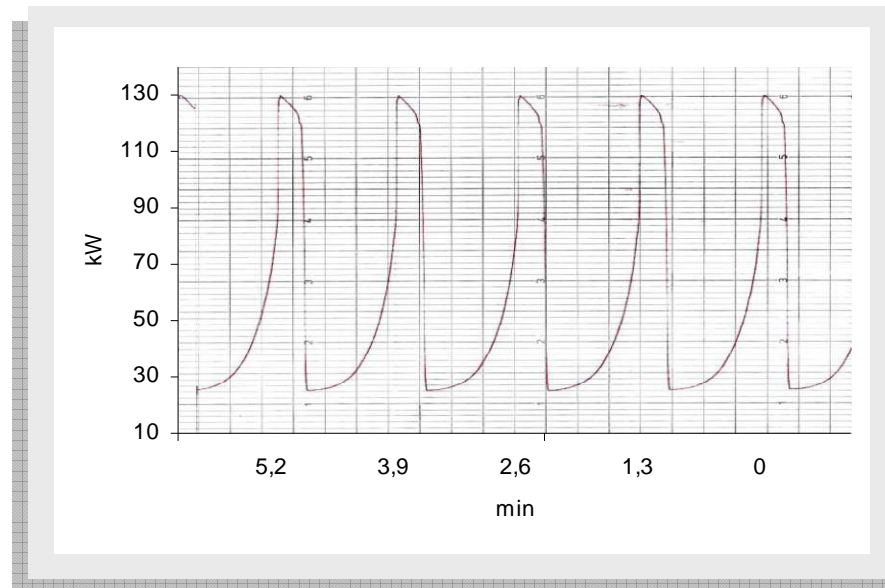


Figura 20 – Diagrama de carga de potência de um compressor de ar

Distribuição e utilização de ar comprimido - recomendações

- Eliminar regularmente as fugas de ar da instalação
- Efectuar uma análise crítica da rede de distribuição de ar
- Utilizar o ar comprimido de forma racional
- Eliminar regularmente as fugas de ar da instalação

Em qualquer instalação de ar comprimido, é normal existirem fugas de ar em maior ou menor grau, podendo as mesmas surgirem em qualquer ponto da rede, nomeadamente: na tubagem (metálica e flexível), nos acessórios (válvulas, purgadores, juntas, tês, etc.) e mesmo nos utilizadores (pistolas, ponteiros, cilindros, etc.).

Face aos elevados custos (e consumos) energéticos que estão associados à produção deste fluido, a detecção sistemática e a posterior eliminação das fugas de ar deverão constituir uma das rotinas da manutenção; estas rotinas deverão ser implementadas de forma regular, com uma periodicidade que não deverá ir além duma semana.

O processo mais simples para detectar as fugas de ar consiste em colocar o compressor em funcionamento num período em que a fábrica se encontre parada (Sábado, por exemplo), e percorrer toda a instalação, assinalando os vários pontos de fuga (facilmente audíveis), para posterior correcção. É também relativamente fácil estimar o caudal das fugas de ar e respectivos consumos energéticos através do controlo do tempo de permanência do compressor no regime de carga, também num período de paragem da instalação fabril.

Ainda um outro processo é o de monitorizar o consumo de energia eléctrica durante um período em que não há consumidores de ar comprimido em funcionamento, obtendo-se um gráfico do tipo apresentado na Figura 10. A não existência de fugas levaria à obtenção de um diagrama que seria uma linha horizontal correspondente aos valores mínimos medidos em vazio. A diferença entre o consumo médio medido e estes valores mínimos (consumos em vazio) quantifica o consumo de energia devido a fugas.

Este caudal pode ser também estimado a partir de tabelas práticas, que indicam os caudais de ar perdidos em função do diâmetro do orifício e da pressão da rede; no quadro seguinte reproduzem-se alguns desses valores, retirados de fontes distintas (EDP e SCE) para situações comuns, quer no que respeita à dimensão dos orifícios, quer à pressão da rede: Nos Quadros juntos apresenta-se, a título indicativo, a quantidade de perdas energéticas em função da importância das fugas.

| Diâmetro do Orifício | Caudal de ar | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| | a 6 bar | a 7 bar |
| mm | m ³ /min | m ³ /min |
| 1 | 0.06 | 0.07 |
| 3 | 0.6 | 0.7 |
| 5 | 1.6 | 2 |
| 10 | 6.3 | 7 |

| Furo [mm] | Perda de ar a 6 bar [l/s] | Perda de ar a 12 bar [l/s] | Perda de Energia KWh a 6 bar | Perda de Energia KWh a 12 bar |
|-----------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1,2 | 1,8 | 0,3 | 1,0 |
| 3 | 11,1 | 20,8 | 3,1 | 12,7 |
| 5 | 30,9 | 58,5 | 8,3 | 33,7 |
| 10 | 123,8 | 235,2 | 33,0 | 132,0 |

De referir ainda que até 30% do ar comprimido gerado é perdido no último terço de distância para o consumidor devido a fugas. Devido a alta sensibilidade de certos aparelhos, até pequenas fugas são detectadas, que podem então ser reparadas no estado inicial, permitindo economia de custos.

- Efectuar uma análise crítica da rede de distribuição de ar

O correcto dimensionamento e o traçado racional da rede de distribuição de ar, são dois factores dos quais resulta um impacto muito positivo na eficiência energética global da instalação de ar comprimido.

Um dos parâmetros que, neste particular, mais condiciona aquela eficiência, são as perdas de carga na rede, sendo de grande importância procurar reduzi-las ao mínimo; com esse objectivo, deverá ter-se em linha de conta as seguintes sugestões:

- Evitar velocidades de escoamento do ar superiores a 6 m/s, utilizando, para esse efeito, diâmetros de tubagem dimensionados com folga suficiente; este sobredimensionamento da tubagem, para além de garantir menores perdas de carga, permite, também, fazer face a um eventual aumento de consumo de ar na instalação;
- Evitar o mais possível curvas e outros acidentes no traçado da rede;
- Nos troços rectos adoptar uma inclinação apropriada que permita o escoamento da água condensada na tubagem; para isso, deverá também instalar-se purgadores nos pontos mais baixos da rede e proceder, regularmente, à verificação do correcto funcionamento destes dispositivos;
- Remover ou isolar convenientemente com válvula (ou tampão) eventuais troços da rede de distribuição que deixaram de ser utilizados,
- Da mesma forma, se numa instalação existirem determinadas zonas e/ou sectores com um regime de laboração inferior ao que se regista nas restantes áreas da fábrica, dever-se-á instalar válvulas que permitam isolar a rede de distribuição de ar àquelas zonas, nos seus períodos de paragem;
- Instalar, preferencialmente, uma rede de distribuição de ar com desenvolvimento em anel; esta solução, contrariamente à rede simples, permite repartir o caudal por diversos troços, resultando em menores velocidades médias de escoamento e, conseqüentemente, em menores perdas de carga;
- Evitar redes de distribuição demasiado longas; em muitos casos, quando é necessário alimentar com ar comprimido locais bastante afastados, a solução mais económica consiste em adoptar uma produção de ar descentralizada, isto é, instalar compressores mais pequenos junto às áreas de consumo, em detrimento duma única unidade, de grande capacidade, para toda a instalação.

- Utilizar o ar comprimido de forma racional

Uma parte significativa das poupanças de energia que se podem obter numa instalação de ar comprimido situam-se ao nível da sua utilização nos vários equipamentos; para que esta seja o mais racional possível, deve-se ter em conta as seguintes "boas práticas":

- Verificar regularmente, o correcto funcionamento dos equipamentos e ferramentas pneumáticas e cumprir os prazos de manutenção recomendados.
- Regular a pressão de trabalho em função da utilização; o recurso a eventuais válvulas reductoras de pressão, localizadas junto dos utilizadores, traduz-se sempre por uma economia de energia a par duma melhoria na segurança de manuseamento. Um caso típico, são as pistolas pneumáticas usadas para limpeza e/ou secagem de materiais ao longo do processo, equipamentos que, normalmente, trabalham com uma pressão de ar demasiado elevada,

contribuindo para grandes desperdícios de energia; nestes casos deverão ser ensaiadas pressões de trabalho mais baixas (mantendo o nível de satisfação desejado) pois, por exemplo, uma pistola regulada a 1,4 bar consome um terço do ar que uma outra que labore a 6,2 bar.

- Instalar electroválvulas nos equipamentos principais consumidores de ar por forma a isolá-los convenientemente quando os mesmos se encontram fora de serviço.
- Caso existam na instalação operações que exijam grandes caudais de ar instantâneo (tipo descarga), de forma descontínua, deve-se instalar, junto a estes consumidores, depósitos de ar (com uma capacidade adequada à operação) dotados de válvula de enchimento lento. Esta solução tem inúmeras vantagens, como seja: evitar o sobredimensionamento dos compressores, reduzir as perdas de carga, evitar flutuações indesejáveis de pressão na rede de ar, etc.
- Por último, é necessário verificar se a utilização do ar comprimido se justifica em todas as situações, isto é, se não há outras "formas de energia" de menor custo, igualmente aplicáveis a determinada operação; a título de exemplo, refere-se o caso das operações de sopragem em que, muitas vezes, é possível recorrer a um simples ventilador de alta pressão, em substituição do ar comprimido, opção bastante mais económica. Também nos casos de automação é possível, por vezes, substituir accionamentos pneumáticos por accionamentos eléctricos directos.

3.2.4.2 Iluminação

Como já se referiu, a iluminação neste sector poderá atingir os 13 % do consumo total de energia eléctrica, sendo importante ter em atenção a gestão da iluminação em termos de consumo de energia eléctrica versus intensidade de iluminação.

Considerações gerais

A iluminação artificial dos espaços interiores deve ter em consideração os seguintes factores:

- Características da fonte emissora em termos de consumo de energia, luz emitida em lm e restituição de cor;
- Características da reflexão da luz nas superfícies envolventes ao meio ambiente;
- Intensidade de iluminação do ambiente medida em Lux;

Características da fonte emissora

O espectro electromagnético está esquematicamente apresentado na Figura 21 onde se pode ver o comprimento de onda relativo à luz visível.

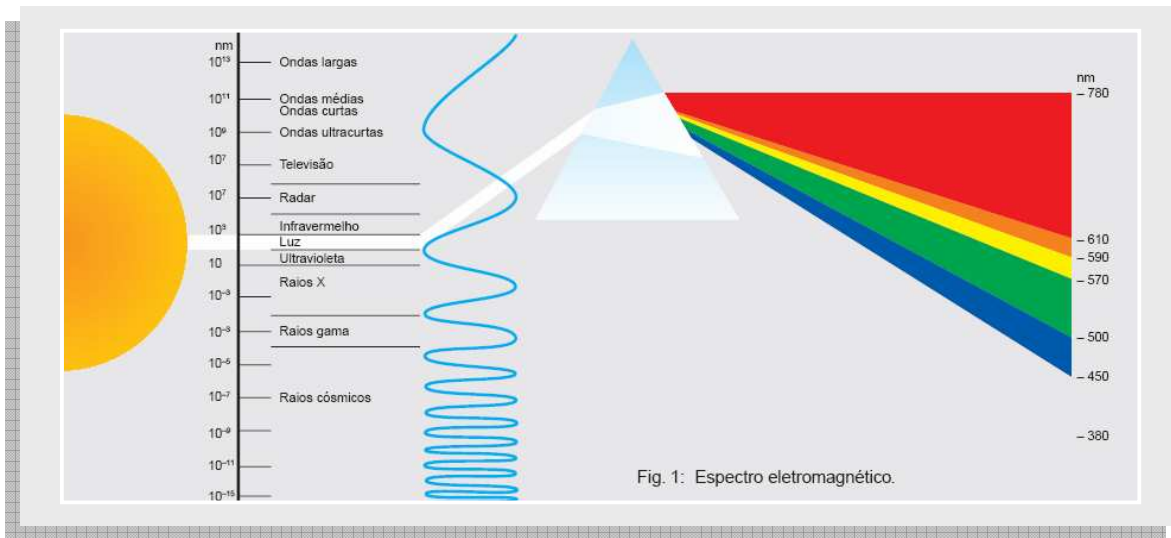


Figura 21 – Espectro electromagnético

A unidade de fluxo luminoso é o lúmen e representa a energia luminosa emitida pela fonte emissora em todas as direcções. Ver Figura 22.



Figura 22 – Fluxo luminoso de uma fonte emissora

Para a eficiência das fontes emissoras apenas interessa a emissão de luz visível. Na Figura 23 está indicada a eficiência energética em termos de fluxo luminoso dos principais tipos de lâmpadas actualmente comercializadas para iluminação de espaços em lm/W. Na Figura 24 apresenta-se as características destas mesmas lâmpadas em termo de reprodução de cor. Nesta classificação, as piores situadas são as lâmpadas de vapor de sódio e as incandescentes. Dada a sua fraca restituição de cor as lâmpadas de vapor de sódio são apenas utilizadas em espaços exteriores.

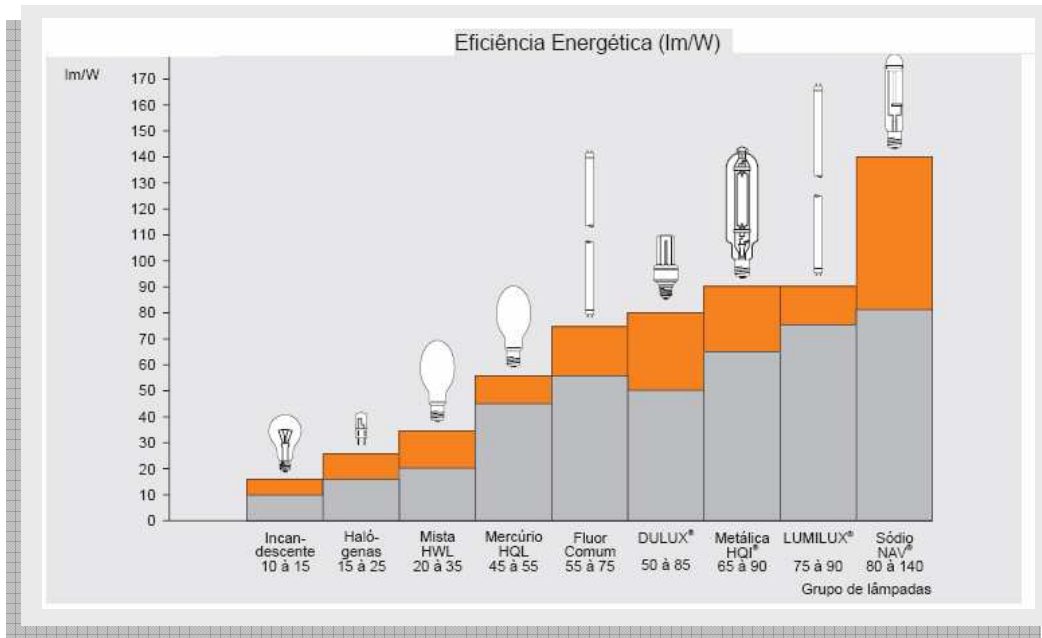


Figura 23 – Eficiência energética de fontes emissoras de luz

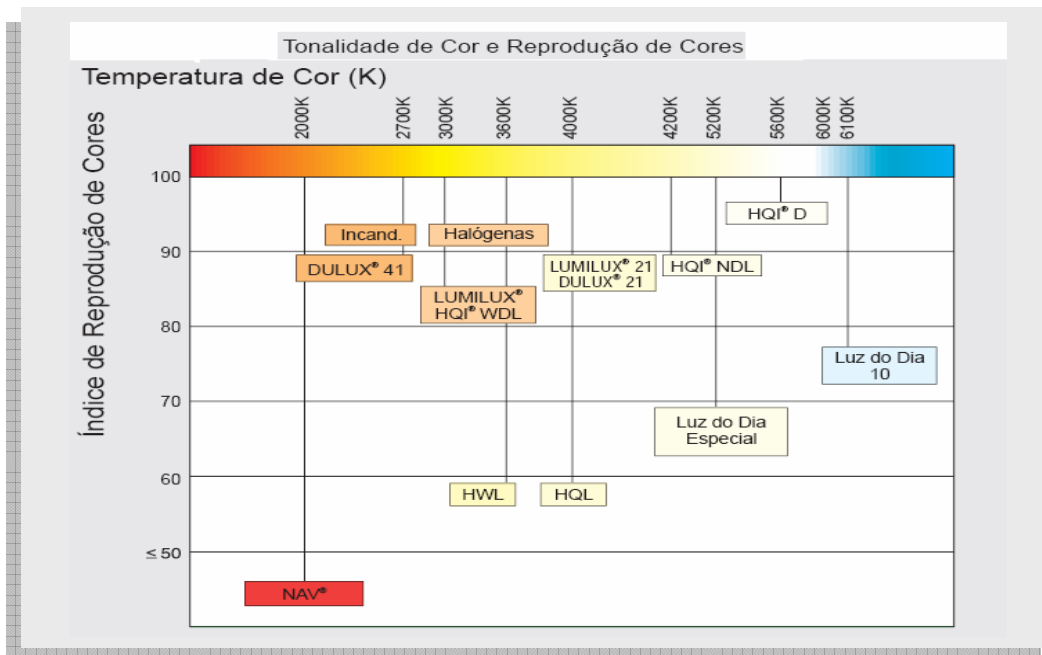


Figura 24 – temperaturas de cor de várias fontes emissoras

Dada a sua baixa eficiência são já praticamente inexistentes as lâmpadas de incandescência. De facto, na Figura 25 apresenta-se, de uma forma qualitativa, a recuperação do investimento conseguido com a utilização de lâmpadas electrónicas compactas em substituição das incandescentes, verificando-se que a recuperação do investimento se consegue a partir das 4000 horas de utilização. De notar que não é negligenciável a redução do consumo de energia no ar condicionado ao substituírem-se as lâmpadas incandescentes.

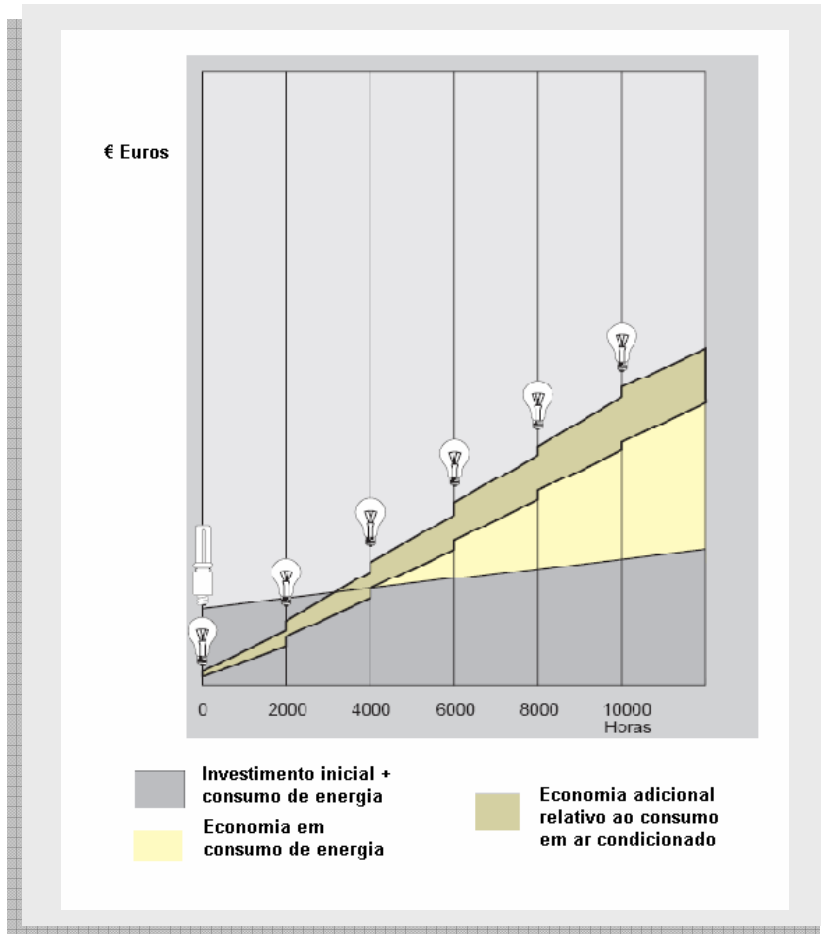


Figura 25 - economias com lâmpadas electrónicas compactas

Ainda no que se refere às características das lâmpadas, dever-se-á proceder à substituição das lâmpadas fluorescentes ferro-magnéticas por lâmpadas equipadas com balastos electrónicos.

Características da reflexão da luz nas superfícies envolventes ao meio ambiente

As paredes e tectos devem apresentar cores claras que são as que apresentam melhores condições de reflexão permitindo, desta forma, restituir uma parte importante da luz emitida pelas lâmpadas. Na Tabela 1 apresentam-se alguns valores da eficiência da reflexão da luz incidente em função do tipo de material e das cores das superfícies envolventes ao espaço a iluminar.

Tabela 1 – Quantidades de luz reflectida

| Cores | % | Materiais | % |
|-----------------|-------|--------------------|-------|
| Branco | 70-80 | Rocha | 60 |
| Creme claro | 70-80 | | |
| Amarelo claro | 55-65 | Tijolos | 5-25 |
| Rosa | 40-45 | | |
| Verde claro | 40-45 | Cimento | 15-40 |
| Azul celeste | 40-45 | | |
| Cinza claro | 40-45 | Madeira clara | 40 |
| Bege | 25-35 | | |
| Amarelo escuro | 25-35 | Esmalte branco | 65-75 |
| Castanho claro | 25-35 | | |
| Verde oliva | 25-35 | Vidro transparente | 6-8 |
| Laranja | 20-25 | | |
| Vermelho | 20-35 | Madeira aglomerada | 50-60 |
| Cinza médio | 20-35 | | |
| Verde escuro | 10-15 | Azulejos brancos | 60-75 |
| Azul escuro | 10-15 | | |
| Vermelho escuro | 10-15 | Madeira escura | 15-20 |
| Cinza escuro | 10-15 | | |
| Azul marinho | 5-10 | Gesso | 80 |
| Preto | 5-10 | | |

Intensidade de iluminação ambiente medida em Lux

A intensidade de iluminação ou luminância define-se como o fluxo luminoso incidente na unidade de área:

$$E = \varphi / A$$

Em que: E é a intensidade de iluminação.

Na Figura 26 está representado um medidor de intensidade de iluminação, denominado luxímetro, que é muito útil para medir rapidamente os níveis de iluminação em espaços, podendo-se, desta forma, quantificar os níveis de iluminação de locais sem estar sujeito à subjectividade das pessoas que trabalham nesses espaços.

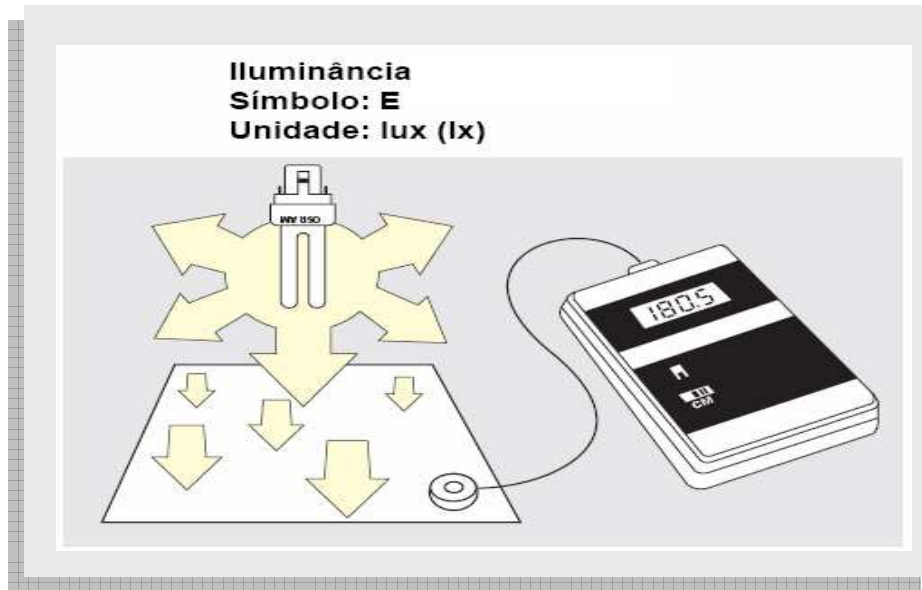


Figura 26 - Luxímetro

Para auxiliar a determinar os níveis de iluminação aconselháveis, apresenta-se, na Tabela 2, a título indicativo, valores da intensidade de iluminação em Lux que se recomendam consoante o tipo de actividade de cada espaço. Estes valores não devem ser ultrapassados.

Refere-se ainda, como boas práticas muito importantes:

- Desligar as luzes sempre que exista iluminação natural suficiente.
- As clarabóias que permitem a iluminação natural devem-se encontrar em bom estado de conservação e devem ser limpas com frequência, o que nem sempre acontece.
- Instalar luminárias com boa eficiência luminosa, devendo ser mantidas limpas e em bom estado de conservação.
- Desligar as luzes sempre que os gabinetes não estejam ocupados.
- Desligar lâmpadas por sectores sempre que os níveis de iluminação sejam superiores aos valores apresentados na Tabela 2.
- Em espaços pouco frequentados instalar detectores de presença para que a iluminação seja desligada automaticamente na ausência de movimentações.
- Instalar células luminosas associadas, quando necessário, a temporizadores para que quando a intensidade luminosa dos locais for superior aos valores de referência para essas zonas em horas de laboração, a iluminação eléctrica seja desligada, voltando a serem ligadas nos casos dos níveis de iluminação se tornarem adversos.

Tabela 2 – Iluminação recomendada por tipo de utilização dos espaços

| Descrição | Em (lx) |
|---|---------|
| Depósito | 200 |
| Circulação/corredor/escadas | 150 |
| Garagem | 150 |
| Residências(cómodos gerais) | 150 |
| Sala de Leitura (biblioteca) | 500 |
| Sala de aula (escola) | 300 |
| Sala de espera (foyer) | 100 |
| Escritórios | 500 |
| Sala de desenhos (arq. e eng.) | 1000 |
| Editoras (impressoras) | 1000 |
| Lojas (vitrines) | 1000 |
| Lojas (sala de vendas) | 500 |
| Padarias (sala de preparação) | 200 |
| Lavandarias | 200 |
| Restaurantes (geral) | 150 |
| Laboratórios | 500 |
| Museus (geral) | 100 |
| Indústria/montagem (activ. visual de precisão média) | 500 |
| Indústria/inspecção (activ. de controlo de qualidade) | 1000 |
| Indústria/geral | 200 |
| Indústria/soldagem (activ. de muita precisão) | 2000 |

3.2.4.3 Accionamentos eléctricos

Os motores eléctricos são largamente utilizados nas mais variadas aplicações. A indústria, neste sector em estudo, é largamente utilizadora de motores eléctricos os quais accionam equipamentos variados desde bombas, compressores e ventiladores até às máquinas específicas exigidas pelos diversos processos quer na maquinagem quer em outras operações como na trefilagem, estiramentos, granalhagem, ar comprimido, etc. Os motores eléctricos apresentam rendimentos elevados na utilização final (da ordem dos 90 %) e não apresentam localmente emissões prejudiciais ao ambiente. Já se se considerar a produção de energia eléctrica nas centrais, o caso é diferente, e o cálculo indica que um motor eléctrico terá um rendimento em termos de energia de origem fóssil global de 49 %. Dado que os motores térmicos alternativos têm rendimentos da ordem dos 40 %, verifica-se assim que os motores eléctricos não se encontram muito distantes deles em termos de emissões globais de gases com efeito de estufa, o que associado ao preço elevado da energia eléctrica justifica que seja dada uma especial atenção à sua eficiência energética.

Nos casos em que estes motores são utilizados em regimes de funcionamento com variações importantes de carga, uma solução relativamente simples de reduzir os consumos de energia eléctrica passa pelo uso de variadores de velocidade (VEVs) que permitem comandar, com elevada eficiência energética, a velocidade e, também, o binário dos motores eléctricos em função das necessidades do utilizador, por intermédio de variação electrónica da frequência de alimentação dos motores. Existem numerosas situações correntes em que se podem utilizar variadores de velocidade. Basta, para tal,

analisar as várias situações de funcionamento de alguns equipamentos, o que se pode fazer, como já vimos, no decorrer da realização das auditorias de energia realizadas ao abrigo deste projecto.

Na Figura 27 apresenta-se uma instalação com e sem variador de velocidade para o caso de um motor acoplado a um ventilador, verificando-se a simplicidade destes sistemas. Pode, em certas situações, justificar-se a colocação de filtros de harmónicas, dada a possibilidade de introdução de distorções na rede.

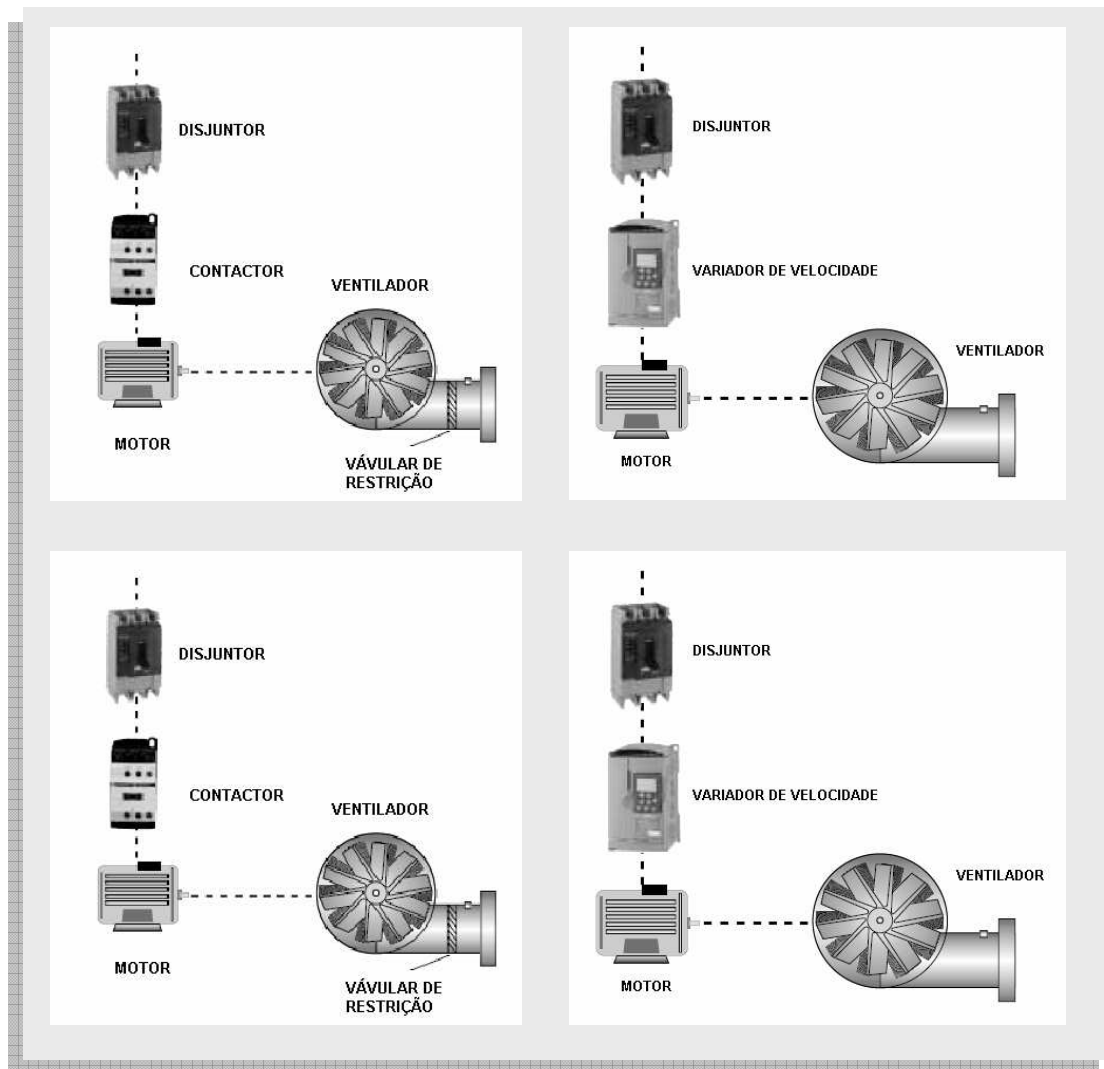


Figura 27 – Alimentação de motores eléctricos com variador de velocidade

Em instalações clássicas sem variador de velocidade o motor eléctrico é alimentado directamente pela rede e roda próximo da sua velocidade nominal. Para um ventilador regulado por válvula de registo de caudal, a regulação para 80% do caudal nominal reduz a potência consumida para 95% da potência nominal (ver curvas de potência a vermelho da Figura 28).

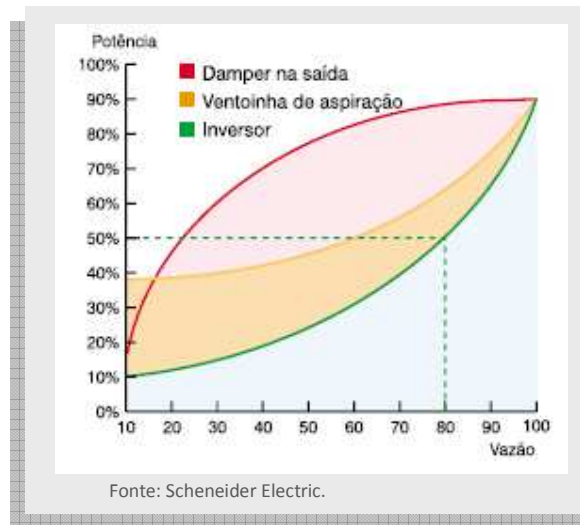


Figura 28 – Diagrama de potência de um ventilador em função do caudal com e sem variador de velocidade

A instalação de um variador de frequência interligado entre o disjuntor e o motor, com supressão do dispositivo de restrição (válvula, registo, “damper”) provoca a variação do caudal a partir da variação de velocidade do motor. Quando se reduz o caudal, a potência absorvida diminui consideravelmente. Para o ventilador equipado com um variador de frequência, a 80% do caudal nominal (caso indicado na Figura 28), a potência consumida reduz-se em cerca de 50%. (curva de potência a verde). Consegue-se, assim, economizar energia relativamente à situação sem variador.

A título de exemplo e na perspectiva de melhorar a eficiência energética em motores apresentam-se algumas medidas de eficiência energética que foram propostas em determinados sistema produtivos deste sector, bem como exemplos de utilização de variadores em outras aplicações.

- Gralhadoras - sugere-se a instalação de variadores de velocidade em cada uma das gralhadoras para, nos períodos de vazio, reduzir a velocidade ou mesmo parar os motores. Com esta solução são reduzidos os picos de arranque e os consumos de energia em vazio. Sugere-se ainda que estes variadores procedam ao ajustamento da velocidade dos motores de acordo com o processo de estiragem. Com este último procedimento estão previstas economias de energia da ordem dos 20% do consumo global das gralhadoras.
- Como os motores da máquina de endireitamento de redondos estão quase sempre a trabalhar em velocidade baixa (98 % dos casos) a hipótese mais favorável é a redução de velocidade com recurso a um variador. Deste modo, a redução do consumo em vazio seria na ordem dos 60%. Contudo, sugere-se a implementação de novos motores com variadores, podendo atingir assim reduções de consumo perto dos 40%. Com esta solução prevê-se uma poupança anual de 34376 kWh, correspondente a 2406 €/ano. Estimando o custo do investimento em 10000 € , a recuperação é feita em 4,2 anos.

- Numa máquina de estiramento o aconselhável é a substituição do actual motor DC de 123 kW que a equipa por um motor AC de potência adequada ao processo (uma vez que o motor instalado está muito sobre-dimensionado) equipado com o respectivo variador de velocidade. Com esta medida espera-se uma economia de energia na ordem dos 20% durante o processo e isto só com a redução das perdas devidas às conversões envolvidas. Com esta solução prevê-se uma poupança anual de 26611 kWh, correspondente a 1863 €/ano. Estimando o custo do investimento em 5000 €, a recuperação é feita em 3,2 anos.
- Numa secção de maquinagem as limalhas são recolhidas e transportadas em tapetes que se encontram em funcionamento contínuo, transportando uma quantidade reduzida de resíduo. Sugere-se a instalação de um dispositivo que interrompa o funcionamento dos motores de forma a que os tapetes sejam accionados apenas uma vez por hora durante o tempo necessário para completar uma volta (este valor pode ser alterado de acordo com a hora do dia, tipo de produção, ou para o valor que a experiência indicar como mais adequado). Admitindo que a secção de maquinagem funciona 16 horas por dia e que os tapetes demoram 1min e 20 segundos a dar uma volta completa, estima-se uma economia de energia de 5560 kWh anuais, o equivalente a 389 €/ano.
- Uso de um variador de velocidade no despoeiramento de 2 linhas de produção. O exaustor de um sistema de despoeiramento das linhas deveria funcionar a cargas diferentes consoante as necessidades dos locais a aspirar, mas tal não acontece. Apesar da velocidade de aspiração nas condutas deverem ser elevadas, por motivos técnicos, admite-se que será possível usar um variador de velocidade que reduzirá a carga aplicada ao motor do ventilador sempre que uma das linhas não se encontre a funcionar. A análise do sistema indica que o motor do exaustor tem uma potência nominal de 22 kW e que funciona 24 horas/dia, 5760 horas/ano, das quais necessita de 100% do caudal nominal 16 horas/dia e de apenas 80% em 8 horas/dia. A utilização de um variador de velocidade permitirá reduzir o caudal de aspiração do ar para 80% com uma redução da potência nominal de 50%.
- As oito bombas de circulação de água de um sistema de lavagem apresentam actualmente um sistema de regulação do caudal de água através de válvulas de regulação como indicado na Figura 29, onde se vê que existe restrição à passagem da água pela posição oblíqua do manípulo da válvula. Este sistema considera-se desperdiçador de energia uma vez que actualmente é possível o controlo dos caudais, nestas condições operacionais, por intermédio de variadores de velocidades do tipo escalar, com possibilidade de poupança de energia e, conseqüentemente, de redução na factura de energia.



Figura 29 – Regulação de caudais de água por válvula de restrição

Sete das bombas de água, equipadas com motores semelhantes aos da Figura 29, têm uma potência nominal de 11 kW e uma tem potência de 15 kW. Através da análise do diagrama de carga de energia dos motores das bombas, feito a partir da monitorização dos consumos de energia eléctrica, verifica-se que o consumo actual é de cerca de 12kWh por bomba. A instalação de variadores de velocidade para controlar os caudais poderá representar uma economia de cerca de 20% da energia actualmente consumida, ou seja, cerca de 121651 kWh/ano.

4

Aspectos do ambiente de trabalho na área da produção

4.1 Exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído

4.1.1 Legislação aplicada à Avaliação do Ruído em postos de Trabalho

Os trabalhos executados para a recolha de dados sobre ruído, são realizados de acordo com o Decreto-lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro⁵ e respectivos Anexos, que prevêem a avaliação da exposição pessoal diária ao ruído $L_{EX,8h}$ em dB(A), nível de pressão sonora de pico LC pico em dB(C), bem como a exposição pessoal diária efectiva $L_{EX,8h, efect}$. Este decreto prevê também o preenchimento de fichas individuais, sendo desta forma, avaliada a exposição pessoal diária efectiva $L_{EX,8h}$, com base no tipo de protector auditivo que existe na empresa.

Os limites a atender preconizados no decreto-lei, considerados para efeito de apreciação dos resultados da Avaliação Individual e conforme o Artigo 3º), são:

Valores limite de exposição

$$L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)} \quad \text{e} \quad L_{C \text{ pico}} = 140 \text{ dB(C)} (\approx 200 \text{ Pa})$$

Valores de Acção Superior

$$L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)} \quad \text{e} \quad L_{C \text{ pico}} = 137 \text{ dB(C)} (\approx 140 \text{ Pa})$$

Valores de Acção Inferior

$$L_{EX,8h} = \bar{L}_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)} \quad \text{e} \quad L_{C \text{ pico}} = 135 \text{ dB(C)} (\approx 112 \text{ Pa})$$

4.1.2 Parâmetros e metodologias de medição

Os parâmetros avaliados durante a medição do ruído foram os valores de exposição pessoal diária ao ruído $L_{EX,8h}$ em dB(A), o nível de pressão sonora de pico LC pico em dB(C), bem como os tempos de exposição em cada tarefa avaliada dentro dos postos de trabalho.

A metodologia seguida é a definida no nº 3 do Anexo I do Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro, relativas a Posições de medição, em que é aconselhado que as medições devem ser realizadas no posto de trabalho, sempre que possível, na ausência do trabalhador, com a colocação do microfone na posição em que se situa a sua orelha mais exposta, tal como se apresenta na Figura 30, ou, quando a presença do trabalhador for necessária, durante a avaliação do seu posto de trabalho, o microfone deve ser

⁵ Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2003/10/CE, do parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

colocado a uma distância de entre 0,10m e 0,30m em frente à orelha mais exposta do trabalhador, tal como nas Figuras 31 e 32.



Figura 30 - Medição realizada no posto de trabalho, na ausência do trabalhador.



Figuras 31 e 32 - Medição realizada no posto de trabalho, na presença do trabalhador.

4.1.2.1 Equipamento a utilizar

Na Tabela 3 apresentam-se as principais características a que devem obedecer os equipamentos a utilizar em ensaios de medição de ruído em locais de trabalho.

A medição do nível de ruído deve ser sempre realizada por uma entidade acreditada, isto é uma entidade reconhecida pelo Instituto Português de Acreditação, I. P. (IPAC), com conhecimentos teóricos e práticos, bem como experiência suficiente para realizar ensaios, ou, por um técnico superior de higiene e segurança do trabalho ou um técnico de higiene e segurança do trabalho que possua certificado de aptidão profissional válido e formação específica em matéria de métodos e instrumentos de medição do ruído nos locais de trabalho.

Tabela 3 – Características do equipamento a utilizar em ruído

| | | |
|-------------------|---|--|
| Sonómetro | Classe de Exactidão 1 possuindo Despacho de Aprovação do Modelo | Estes equipamentos devem cumprir a legislação em vigor relativa ao controlo metrológico. |
| Calibrador | Classe de Exactidão 1 possuindo Despacho de Aprovação do Modelo | |

4.1.3 Análise de Resultados

O Decreto Lei n.º 182/2006, sendo um Decreto que serve de base, no campo da acústica, para toda a indústria, inclui também os trabalhos desta índole, na medida em que o cálculo do risco só é feito, depois de encontrado o $L_{EX,8h,efectivo}$ no operário protegido, sendo esta fase do estudo, aproveitada no sentido de ser proposto um tipo de protector auditivo ou para verificar a adequabilidade dos protectores auditivos já existentes nas empresas. Esse é o verdadeiro padrão de aferição dos locais de trabalho. No que respeita aos níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico} em dB(C), de uma forma geral, para o tipo de equipamentos que poderemos encontrar neste tipo de indústria, os valores encontrados serão todos inferiores aos previsto na legislação.

4.1.4 Conclusões de base legal

As conclusões a tirar, mediante o número de trabalhadores nos diferentes postos de trabalho, relativamente ao valor de $L_{EX,8h}$, são baseadas na margem de erro calculada como se segue:

$$L_{EX,8h} - \text{incerteza medição} \leq \text{valor de acção ou valor limite} \leq L_{EX,8h} + \text{incerteza medição}$$

Tabela 4 – Medidas Prevista a serem tomadas pelo empregador

| Nº Trabalhadores abrangidos | Limites a atender preconizados no decreto-lei. | Medidas Prevista a serem tomadas pelo empregador na perspectiva da defesa da segurança e saúde do trabalhador |
|-----------------------------|--|---|
| -- | ≤ 80 | - Não estão previstas medidas a aplicar |
| -- |]80 – 85[| <ul style="list-style-type: none"> - Estabelece e aplica um programa de medidas técnicas e organizacionais que permitam que os riscos de exposição ao ruído sejam eliminados ou reduzidos ao mínimo; - Delimitar e sinalizar os postos de trabalho; - Disponibilizar protectores de ouvido adequados; - Assegura a realização de exames audimétricos com periodicidade bianual; |
| -- | [85 – 87] | <ul style="list-style-type: none"> - Assegura a utilização de protectores de ouvido adequados; - Assegura a verificação anual da função auditiva e a realização de exames audiométricos. |
| -- | > 87 | <ul style="list-style-type: none"> - Toma medidas imediatas que reduzam a exposição; - Identifica as causas da ultrapassagem dos valores limite; - Corrige as medidas de protecção e prevenção de modo a evitar a ocorrência de situações idênticas. |

4.1.5 Adopção de Medidas

Com base nos valores obtidos nas avaliações de ruído realizadas nos diversos postos de trabalho ao longo de todos o processo produtivo, algumas ilações podem ser tiradas relativamente ao efeito do Ruído no Homem e também, no que respeita a um possível tratamento do ambiente acústico do pavilhão industrial da empresa de moldes.

4.1.5.1 Correção Acústica

Após a análise das medições efectuadas verifica-se que existem muitos equipamentos/máquinas ruidosas a trabalhar em simultâneo, embora emitindo níveis de ruído semelhantes e de uma forma geral, rondando os valores de acção Inferior (80 dB (A)) e nunca ultrapassando os valores limite de exposição, que é de 87 dB (A).

Perante a distribuição pelas bandas de frequências de 63 Hz a 80 Hz dos níveis sonoros encontrados na nave industrial, consideramos que a solução passa por tentar fazer uma correção acústica do próprio edifício, para os sons aí emitido, de forma a reduzir ou eliminar ao mínimo o ruído emitidos por esses equipamentos.

Atendendo a que os valores mais elevados, genericamente se situam a nível das médias e altas frequências, seríamos a propor a colocação de materiais com elevada capacidade de absorção acústica, nessa gama de frequência, do tipo painel, concebido para se aplicar suspenso na zona envolvente das máquinas mais ruidosas (Crocker, M.J., 2007).

4.1.5.2 Efeitos do Ruído

O ruído que afecta o trabalhador durante o exercício da sua actividade profissional pode ser causa de perda de audição, pelo que o seu controlo e posterior redução assumem particular importância, tendo

em vista a saúde dos trabalhadores. Os seus efeitos fazem-se sentir a diversos níveis, desde estados de fadiga e dificuldades de comunicação, à perda total da sensibilidade auditiva – surdez profissional, com a evidente diminuição do rendimento do trabalho, com causas directas nos custos económicos. A perda da audição pode ser detectada através de pormenores tais como, a dificuldade em percebermos sons emitidos em frequência mais alta, como os derivados dos toques de telefone, na percepção cada vez menor da pronúncia de algumas consoantes e posteriormente nas frequências derivadas da pronúncia de vogais e na incompreensão da comunicação verbal, como conversas ao telefone ou a televisão (Silva P.M., 1980).

Recomenda-se o investimento em acções de sensibilização/formação aos trabalhadores, para que fiquem mais alerta para com a correcta utilização de Equipamento de Protecção Individual (EPI) e os seus benefícios face às questões relacionadas com a Segurança, Higiene e Saúde nos seus locais de trabalho.

4.2 Ar no ambiente interno

A caracterização da Qualidade do Ar no ambiente de trabalho permite não só avaliar o qualidade do ar numa perspectiva de valorização local e geral do bom ambiente respiratório e num modo preventivo, caracterizando-se no meio fabril e nas diversas secções, assim como permite avaliar (e eventualmente quantificar) possíveis perdas de materiais no decorrer dos diversos processos de produção de ferramentas.

A avaliação da exposição profissional a agentes químicos consiste na determinação da concentração desses agentes no ar dos locais de trabalho e a sua comparação com valores de referência que representem níveis de exposição aceitáveis.

Em Portugal, os Valores Limite de Exposição (VLE) estão descritos na Norma Portuguesa NP 1796:2007 (NP 1796, 2007), tendo sido recentemente actualizados. Nesta Norma, os requisitos dos tamanhos das fracções para medição das partículas em suspensão no ar baseiam-se nas definições da norma NP EN 481:2004 (NP EN 481, 2004) e utiliza a terminologia da norma NP EN 1540:2004 (NP EN 1540, 2004). Os VLE constantes da norma NP 1796:2007 foram estipulados baseados nos TLV (Threshold Limit Value) da ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Quando algum agente não esteja referenciado na norma NP 1796:2007, poderão ser considerados os REL (Recommended Exposure Limit) da NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) ou os PEL (Permissible Exposure Limits) da OSHA (Occupational Safety & Health Administration).

Na norma NP 1796:2007 estão definidos os Valores Limite de Exposição (VLE), utilizando-se como valor comparativo o valor limite de exposição-média ponderada (VLE- MP), que é a “concentração média ponderada para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas, à qual se considera que praticamente todos os trabalhadores possam estar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos para a saúde”.

Em termos dos valores limite de exposição (VLE) selectivos por tamanho de partículas, a norma NP 1796:2007 classifica-as de três formas:

- a) Valor limite de exposição para partículas inaláveis (VLE-PI), para os agentes que são potencialmente perigosos quando se depositam em qualquer região do tracto respiratório;
- b) Valor limite de exposição para partículas torácicas (VLE-PT), para os agentes que são potencialmente perigosos quando se depositam na região dos canais pulmonares e na zona de trocas gasosas;
- c) Valor limite de exposição para partículas respiráveis (VLE-PR), para os agentes que são potencialmente perigosos quando se depositam na região das trocas gasosas.

A exposição múltipla a diversas substâncias, quer simultânea quer sequencialmente, no ambiente de trabalho deverá ser avaliada por forma a prevenir a ocorrência de efeitos negativos para a saúde (NP 1796, 2007). A interacção dos agentes pode ter um efeito aditivo ou um efeito antagónico, sendo que a fórmula geral para misturas considera o efeito aditivo (NP 1796, 2007). Na determinação do VLE-MP é identificado o órgão-alvo ou sistema afectado e o efeito nos quais o VLE é baseado. As fórmulas de determinação destes parâmetros encontram-se exemplificadas no Anexo E da norma NP 1796:2007 (NP 1796, 2007).

4.2.1 Metodologia

4.2.1.1 Objectivos e selecção dos parâmetros a determinar

Na caracterização do ar no interior da zona de produção de uma empresa pretende-se avaliar não só a exposição profissional dos trabalhadores a agentes químicos como ainda caracterizar os postos de trabalho em termos da contaminação pontual do local. Para isso, deverão ser seleccionados e caracterizados os principais processos produtivos.

Após a selecção dos processos a estudar, deverão ser analisadas as Fichas de Segurança dos diversos produtos utilizados em cada um destes processos. Na Tabela seguinte encontra-se um exemplo de alguns dos componentes perigosos presentes em alguns dos produtos utilizados no sector dos moldes e ferramentas especiais. Para cada substância apresenta-se também o N.º CAS, número de registo único para cada substância no banco de dados do Chemical Abstracts Service, da Chemical American Society.

Tabela 5 – Exemplo de componentes perigosos presentes em produtos utilizados nos processos seleccionados.

| Utilização | | Componentes perigosos | N.º CAS |
|--------------------------|-----------------------|--|-----------------------|
| Soldadura | | Mn Partículas inaláveis Partículas respiráveis | 7439-96-5 -- -- |
| Tratamento de Superfície | Oxidação | Compostos de Selénio | 7782-49-2 |
| | | Compostos de Cobre | 7440-50-8 |
| | | Compostos de Níquel | 7440-02-0 |
| | Niquelagem | Hidróxido de sódio (>50%) | 1310-73-2 |
| | | Nitrito de sódio (12,5-20%) | 7632-00-0 |
| | | Hipossulfito de sódio (1,0-3,0%) | 7772-98-7 |
| | Limpeza | Sulfato de níquel | 7786-81-4 |
| Boratos | | 1303-96-4 | |
| | Ácido adípico | 124-04-9 | |
| Polimento | | Partículas inaláveis Partículas respiráveis | -- -- |
| Rectificação | Óleo de corte solúvel | Dietanolamina (5-10%) | 111-42-2 |
| | | Amida de ácido gordo (5-10%) | -- |
| | | Sal de amida de ácido gordo (2,5-5%) | -- |
| CNC | | Derivado de glicol (2,5-5%) | -- |
| | | Triaril fosfato (1-2,4%) | -- |
| | | Nevoeiros de óleo | -- |

4.2.1.2 Breve descrição dos principais parâmetros encontrados no sector

PARTÍCULAS

Partículas (ou matéria particulada) é o termo genérico para uma vasta diversidade de substâncias sólidas e líquidas finamente divididas, que existem no ar ambiente numa vasta gama de dimensões, resultantes de processos físicos e químicos. As partículas resultam de fontes estacionárias e de fontes móveis, incluindo pó e areia assim como emissões industriais e de veículos. A sua dimensão está directamente relacionada com o seu potencial para causar danos na saúde.

Em termos dos valores limite de exposição (VLE) selectivos por tamanho de partículas, a norma NP 1796:2007 classifica-as de três formas:

- Partículas inaláveis (PI): partículas que se depositam em qualquer região do tracto respiratório com um diâmetro aerodinâmico médio⁶ $d_{50}=100 \mu\text{m}$;
- Partículas torácicas (PT): partículas que se depositam na região dos canais pulmonares e na zona de trocas gasosas, de dimensão na gama 0-30 μm , com um diâmetro aerodinâmico médio $d_{50}=10 \mu\text{m}$;
- Partículas respiráveis (PR): partículas que se depositam na região das trocas gasosas, de dimensão na gama 0-10 μm , com um diâmetro aerodinâmico médio $d_{50}=4 \mu\text{m}$;

As partículas de menor dimensão são as potencialmente mais perigosas, pois contêm sólidos microscópicos ou gotículas líquidas cuja pequena dimensão leva a que penetrem até aos pulmões, podendo entrar na circulação sanguínea. Diversos estudos científicos relacionaram a ligação entre a exposição a partículas e uma série de problemas de saúde, nomeadamente (EPA, 2008): aumento de sintomas respiratórios, tais como irritação das vias respiratórias, tosse ou dificuldade respiratória; diminuição da função pulmonar; agravamento de asma; desenvolvimento de bronquite crónica; batimento cardíaco irregular; ataque cardíaco não fatal; e, morte prematura em pessoas com doença pulmonar ou cardíaca.

Num estudo realizado pela NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) e apresentado em (DoD-NIOSH, 2005), foi estudada a toxicidade das partículas finas (0,1-2,5 μm) e ultrafinas (<0,1 μm) (Castranova V., 2005). Neste estudo refere-se o elevado número de publicações recentes relacionam que uma elevada fracção de partículas ultrafinas inaladas são depositadas nos pulmões. As partículas ultrafinas movem-se do espaço alveolar para o espaço intersticial dos pulmões onde podem causar inflamação e possivelmente deslocarem-se dos pulmões para locais sistémicos. Este estudo sugere ainda que as partículas ultrafinas podem atravessar a pele.

NÍQUEL

O níquel ocorre naturalmente no ambiente em baixas concentrações. É um elemento essencial para algumas espécies animais, sendo sugerido que também é um elemento essencial na dieta humana. Na atmosfera, as formas predominantes do níquel são o sulfato de níquel, óxidos de níquel e óxidos complexos de níquel, apresentando cada uma dessas formas, diferentes propriedades físicas.

O efeito mais comum da exposição crónica do níquel com a pele é a dermatose (EPA, 2008). A dermatite de contacto é o efeito mais frequente da exposição do Homem ao níquel, por inalação, por via oral ou por exposição cutânea. A exposição crónica por inalação resulta em efeitos respiratórios directos, nomeadamente asma por irritação primária ou uma resposta alérgica ou um risco aumentado de infecções crónicas do tracto respiratório. A exposição crónica (de longa duração) por inalação a elevados níveis de níquel resulta em efeitos respiratórios (EPA, 2008), nomeadamente em lesão pulmonar e cancro nasal, associados a compostos solúveis de níquel, e cancro dos pulmões associado a compostos insolúveis de níquel (NP 1796, 2007).

⁶ d_{50} : diâmetro aerodinâmico tal que 50% das partículas consideradas apresentam diâmetro inferior.

MANGANÊS

O manganês é um elemento essencial ao normal funcionamento fisiológico de animais e de seres humanos, sendo considerado essencial na dieta humana. A exposição crónica (de longa duração) por inalação a elevados níveis de manganês resulta em efeitos no sistema nervoso central (SNC) (NP 1796, 2007; EPA, 2008). Também se verificaram alterações ao nível do tempo de reacção visual, tremura das mãos e coordenação motora mãos-vista, assim como efeitos respiratórios em trabalhadores sujeitos a exposição crónica por inalação (EPA, 2008).

NEVOEIROS DE ÓLEO

Os óleos de corte utilizam-se nas operações de maquinagem para minimizar a temperatura e a fricção e melhorar a qualidade dessas operações. Existem inúmeras formulações de óleos e durante a sua utilização, os óleos sofrem contaminação com substâncias resultantes do próprio processo de fabrico.

A exposição ocupacional aos nevoeiros de óleo pode causar diversos efeitos na saúde, nomeadamente a nível respiratório, tais como a bronquite crónica e asma (NIOSH, 2008; Suuronen K. *et al*, 2008). Recentemente tem sido dada especial atenção ao desenvolvimento de novas metodologias para avaliar a exposição aos nevoeiros de óleo (Shaw L., 2007).

4.2.1.3 Valores Limite de Exposição

Os Valores Limite de Exposição (VLE-MP) para alguns dos parâmetros descritos na Tabela 5 apresentam-se na Tabela 6. Para os parâmetros compostos de níquel e boratos, os VLE referem-se à fracção inalável (PI).

4.2.2 Metodologia de medição e monitorização

4.2.2.1 Métodos de ensaio

As amostragens poderão seguir os métodos NIOSH, OSHA ou outros equivalentes. Na Tabela 7 apresentam-se alguns exemplos de métodos adequados à determinação dos parâmetros descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores Limite de Exposição (NP 1796:2007) para alguns parâmetros.

| Parâmetros | VLE-MP (mg/m ³) | VLE-CD (mg/m ³) | VLE-CM (mg/m ³) |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Partículas sem Outra Classificação (PSOC): | 10 | -- | -- |
| Partículas inaláveis | 3 | -- | -- |
| Partículas respiráveis | | | |
| Manganês e compostos inorgânicos, expresso em Mn | 0,2 | -- | -- |
| Selénio e compostos, expressos em Se | 0,2 | -- | -- |
| Cobre | | | |
| Fumos | 0,2 | -- | -- |
| Poeiras e névoas, expresso em Cu | 1 | -- | -- |
| Níquel, expresso em Ni | | | |
| Compostos solúveis | 0,1 (PI) | -- | -- |
| Compostos insolúveis | 0,2 (PI) | -- | -- |
| Hidróxido de sódio | -- | -- | 2 |
| Boratos | 2 | 6 (PI) | -- |
| Ácido adípico | 5 | -- | -- |
| Dietanolamina | 2 | -- | -- |

(PI) - Fracção inalável

Tabela 7 - Normas de ensaio de alguns parâmetros seleccionados.

| Parâmetros | Método |
|--|---------------|
| Partículas sem Outra Classificação (PSOC): | |
| Partículas inaláveis | NIOSH 0500 |
| Partículas respiráveis | NIOSH 0600 |
| Manganês e compostos inorgânicos, expresso em Mn | |
| Selénio e compostos, expressos em Se | NIOSH 7300 |
| Cobre | ou |
| Fumos | NIOSH 7301 |
| Poeiras e névoas, expresso em Cu | ou |
| Níquel, expresso em Ni | NIOSH 7302 |
| Compostos solúveis | |
| Compostos insolúveis | |
| Hidróxido de sódio | NIOSH 7401 |
| Boratos | OSHA ID 125-G |
| Ácido adípico | OSHA CSI |
| Dietanolamina | NIOSH 3509 |
| Nevoeiros de óleo | NIOSH 5524 |

Nestes métodos encontram-se definidos os caudais de ar a amostrar, volumes máximo e mínimo, características dos filtros a utilizar, entre outras características.

4.2.2.2 Equipamentos

A amostragem deverá ser realizada com equipamentos que permitam a amostragem da fracção inalável em cassetes de PVC e da fracção respirável em ciclones (Higgins-Dewell (HD), alumínio ou nylon). Na Figura 33 apresenta-se um exemplo de montagem. As bombas de amostragem deverão ser calibradas antes e depois dos ensaios utilizando um calibrador.

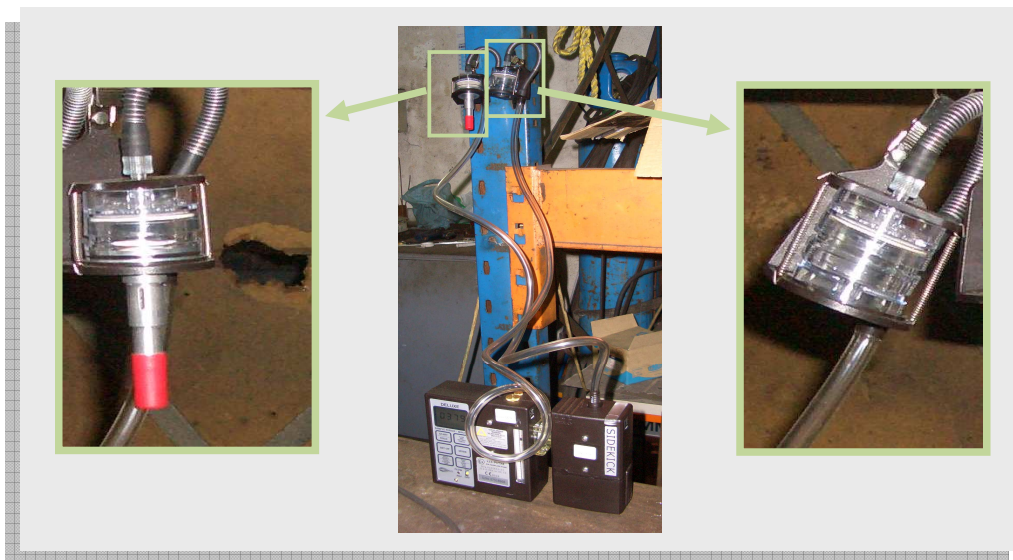


Figura 33 – Exemplo de montagem com 2 bombas de amostragem para recolha da fracção respirável em ciclone de alumínio (detalhe à esquerda) e fracção inalável em cassette (detalhe à direita).

4.2.2.3 Determinações analíticas

As determinações analíticas de cada parâmetro encontra-se descrita no método a utilizar. Por exemplo, a determinação de partículas inaláveis e respiráveis é realizada por gravimetria; os teores em metais por espectrofotometria e os nevoeiros de óleo por extracção com uma mistura ternária.

Em todos os casos deverão seguidas as recomendações dos métodos, nomeadamente o tipo de balanças, qualidade dos reagentes, etc.

4.2.2.4 Definição das condições de amostragem

A amostragem é um passo determinante no processo de caracterização da qualidade do ar. Assim, após a selecção dos métodos de ensaio a utilizar para cada um dos parâmetros, deverá proceder-se à optimização das condições de amostragem para cada parâmetro, nomeadamente:

- maximização do caudal mais elevado permitido;
- recolha do volume de amostra máximo permitido.

Deverão também ser definidos quer o processo de selecção dos pontos de amostragem quer as condições de amostragem:

- definição dos locais de recolha:
 - amostragens estáticas (postos fixos) – altura 1,5 m;
 - amostragens pessoais (postos móveis) - trabalhador;

- condições de amostragem:
 - postos fixos:
 - altura 1,5 m;
 - realização de duplicados (se possível);
 - registo velocidade e temperatura do ar;

 - postos móveis:
 - registo da circulação do trabalhador;
 - registo de utilização de equipamentos de protecção individual (EPI).

De notar que a representatividade das amostragens depende da actividade que a empresa desenvolve no período em que a amostragem decorre.

Na Tabela 8 apresentam-se exemplos de registo de condições de amostragem de postos fixos.

Tabela 8 – Exemplo de registo das condições ambientais de postos fixos.

| Ref. Local | Bomba/ Filtro | Equipamento (Posto fixo) | Condições Ambientais do Ar Interior | | | |
|------------|---------------|--------------------------|-------------------------------------|--------|-------|-----------|
| | | | Hora | Temp. | Hum. | Veloc. ar |
| A | UNI001/EC5 | Niquelagem | 13h30 | 23,0°C | 21,3% | 0,09 m/s |
| B | UNI003/EC6 | Máquina CNC | 14h00 | 23,8°C | 21,9% | 0,02 m/s |
| C | UNI007/EC7 | Máquina CNC | 13h10 | 24,3°C | 22,0% | 0,15 m/s |
| D | UNI008/EC8 | Polimento | 13h50 | 23,3°C | 23,1% | 0,01 m/s |
| E | UNI009/EC9 | Rectificação | 13h00 | 24,3°C | 21,7% | 0,18 m/s |

4.2.3 Amostragem, monitorização e localização

Em seguida, apresentam-se alguns exemplos da caracterização da qualidade do ar no interior nas áreas de produção. Na Figura 34 apresenta-se um exemplo de processo de soldadura, onde existe um sistema de exaustão instalado.



Figura 34 – Exemplo de processo de soldadura com exaustão de fumos (Empresa Tecnisata).

Na Tabela 9 apresentam-se exemplos de registo de condições de amostragem de postos móveis (operadores) relativos à operação de polimento.

Tabela 9 – Exemplo de caracterização de amostragens pessoais de um processo de polimento.

| Zona de circulação | Tempo na zona de circulação | Bomba utilizada | Nº Filtro | Ensaio | |
|--------------------|--|-----------------|-----------|-----------------------|-------------------------------------|
| | | | | Duração amostr. (min) | Vol. ar recolhido (m ³) |
| ② | 100% Sala Polimento | SDK004 | PV21 | 378 | 0,953 |
| ⑦ | 18,5% Esferas alumínio 0,5% Jacto de areia 2,6% Mó de filtro 78% Sala Polimento | SDK003 | PV20 | 378 | 0,948 |

4.2.4 Análise de resultados

Na Tabela 10 apresentam-se os resultados obtidos na amostragem descrita na Tabela 9, constatando-se que para ambos os casos o teor em partículas respiráveis foi inferior ao limite de quantificação.

Tabela 10 – Exemplo da caracterização da amostragem pessoal de um processo de polimento.

| Zona de circulação | Operador | Conc. Partículas Respiráveis (mg/m ³) | VLE-MP NP 1796:2007 |
|--------------------|----------|---|---------------------|
| ② | Sr. J.G. | <0,10 | 3 |
| ⑦ | Sr. R.S. | <0,10 | |

Na Tabela 11 apresentam-se os resultados obtidos na caracterização de postos fixos, associados à operação de niquelagem. De notar que as concentrações da fracção de partículas inaláveis (PI) e respectiva concentração em níquel no ponto de amostragem ③ apresentam valores superiores a 50% do valor do VLE-MP, pelo que deverá ser dada especial atenção à exposição deste parâmetro.

Tabela 11 – Resultados das amostragens estáticas do processo de niquelagem.

| Ensaio | Ponto de amostr. | Conc. Partículas (mg/m ³) | VLE-MP | Conc. Ni (mg/m ³) | VLE-MP |
|-----------|------------------|---------------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
| Inaláveis | ① | 3,2 | 10 | 0,029 | 0,1 |
| | ② | 4,7 | | 0,047 | |
| | ③ | 6,2 | | 0,065 | |
| | ④ | 2,3 | | 0,023 | |
| | ⑤ | 2,5 | | 0,025 | |

Após a identificação dos diversos agentes químicos presentes em cada empresa do sector dos moldes e das ferramentas especiais, deverão ser avaliados os efeitos resultantes da exposição múltipla a diversos agentes químicos. Para tal, deverão ser seguidas as recomendações da norma NP 1796:2007.

4.2.5 Medidas de prevenção e controlo dos riscos

A eliminação das partículas deve fazer-se de preferência nos próprios pontos da sua formação, porque se já é difícil eliminá-las aí muito mais difícil é consegui-lo uma vez as poeiras em suspensão no ar.

Os sistemas de controlo de pó podem reduzir os empoeiramentos para níveis aceitáveis desde que os equipamentos sejam bem concebidos e apropriados e sejam mantidos em bom estado de conservação.

A patologia do trabalho previne-se ou controla-se agindo sobre um ou todos dos seus intervenientes, sendo estes:

- a fonte emissora,
- o ambiente agressor ou,
- a saúde individual susceptível de ser agredida.

Após ter sido feita a identificação, caracterização e avaliação dos riscos de exposição e portanto encontradas situações de risco, terão de ser desenvolvidos programas de prevenção técnica para controlo e correcção das situações consideradas de risco.

Entende-se por prevenção técnica a redução do grau de contaminação do ambiente laboral para níveis aceitáveis. Quando detectadas situações de risco a metodologia a seguir deve ter executada com a seguinte sequência:

- 1) Actua-se sobre a fonte emissora do poluente, impedindo a libertação do poluente;
- 2) Actua-se sobre o ambiente de trabalho geral, de forma a evitar a sua difusão;
- 3) Só em última instância se recorre à prevenção individual (receptor do poluente).

As medidas de controlo colectivas podem ser classificadas e hierarquizadas nas seguintes categorias:

- a) Eliminar os factores de risco, pela substituição de técnicas, processos e/ou materiais;
- b) Segregar no tempo, efectuando as operações que envolvem riscos em ocasiões em que estejam presente o menor nº de trabalhadores;
- c) Impedir a dispersão do poluente, através de uma ventilação por exaustão localizada, humedificação, anteparos contra a protecção do calor e do ruído (acoplar às máquinas e tanques de exaustão local);
- d) Actuar no ambiente, contribuindo para a melhoria da ventilação geral, através da diluição dos poluentes, com tratamento acústico e térmico das superfícies do local;
- e) Por último, actuar no indivíduo, recorrendo à sua educação, formação, aconselhamento e treino dos trabalhadores (devendo-se manter sempre devidamente informado sobre tudo que diz respeito ao seu posto de trabalho), rotação periódica dos trabalhadores (medida organizativa), exames médicos periódicos, utilização do equipamento de protecção individual (EPI) (os trabalhadores devem usar máscaras e auriculares).

5

Melhoria contínua e avaliação de desempenho

O processo geral de implementação da estratégia, representado na figura 1, mostrou que um programa de Produção Ecoeficiente não deve terminar na implementação das acções propostas. A empresa deverá avaliar o seu desempenho ambiental após a implementação de opções de melhoria. Poderá assim verificar se foram alcançados os objectivos e as metas traçadas inicialmente e a motivar o progresso em direcção a novas metas e novas acções, assumindo deste modo uma atitude de melhoria contínua, conforme se detalha na Figura 35.

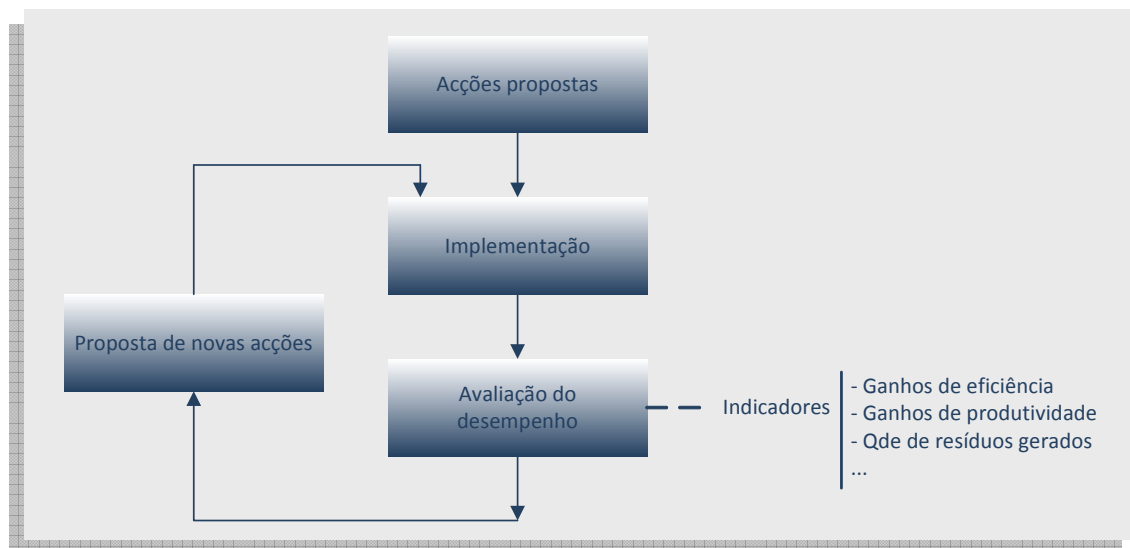


Figura 35 – A avaliação de desempenho no processo de melhoria contínua

Neste contexto, o processo de melhoria contínua consiste num conjunto de actividades que permite que na empresa se vão realizando e comunicando melhorias graduais face a objectivos predefinidos. O seu sucesso requer, entre outros factores, a definição de objectivos na aproximação ao “desperdício zero”, a uma avaliação da sua concretização ao longo das metas prefixadas que inclui a medição dos níveis de ecoeficiência alcançados. O resultado reflecte-se num desempenho sucessivamente melhor e num acrescido nível de excelência.

É importante a adopção e sistematização de ferramentas para medir as melhorias verificadas na eficiência do processo, reportando os resultados para diferentes efeitos: gestão (p.ex. intensidade de recursos aplicados por unidade de produção; benchmarking; responsabilidade ambiental); comunicação interna com colaboradores (motivação; informação sobre direcções a seguir), e externa com outros ‘stakeholders’ da empresa (p.ex. investimentos; seguros; imagem pública). Uma destas ferramentas é a Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA), à qual a empresa deve recorrer quando pretende ir mais

além, e proceder à avaliação contínua do seu desempenho na componente ambiental, facilitando assim novas decisões de gestão sobre esse desempenho.

A norma ISO 14031:1999 fornece orientações para a concepção e utilização da Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) numa organização, podendo esta ferramenta ser aplicada a todas as organizações independentemente do tipo, dimensão, localização e complexidade.

Segundo a ISO 14031:1999 entende-se por “desempenho ambiental” os resultados da gestão dos aspectos ambientais de uma organização, independentemente de ela ter ou não implementado um Sistema de Gestão Ambiental. A curto-, médio-prazo a maioria das empresas procurarão avaliar o seu desempenho ambiental por diferentes razões:

- pressão dos agentes interessados;
- competitividade e conjuntura internacional das organizações congéneres;
- regulamentação legal, e
- política ambiental da organização.

De acordo com a norma ISO 14031, a ADA integra 3 fases principais:

1) Planear: Planeamento da avaliação de desempenho ambiental

Esta fase engloba a selecção dos indicadores para avaliação do desempenho ambiental que deverão ter em conta os aspectos ambientais relevantes sob o controle da organização e os critérios de desempenho ambiental.

2) Executar: Utilização dos dados originais e da informação

Esta fase integra quatro passos fundamentais:

- a) recolha de dados originais;
- b) análise e conversão de dados;
- c) avaliação da informação, e
- d) relato e comunicação.

A recolha de dados na fase de quantificação de entradas e saídas das diferentes operações é de grande importância, pois a informação recolhida deve ter a qualidade e precisão suficientes para ser utilizada no desenvolvimento de indicadores de avaliação de desempenho.

3) Verificar e actuar: Revisão e melhoria do desempenho ambiental

Os resultados da ADA deverão ser continuamente revistos e analisados periodicamente, de forma a detectar situações que necessitem e/ou possam ser melhoradas. Esta operação contribuirá para que os gestores da organização possam empreender acções com vista a melhorar o desempenho ambiental das actividades de gestão e operação inerentes à organização.

A ADA pressupõe a selecção de indicadores ambientais que permitem medir e motivar o progresso em direcção a objectivos ambientais previamente estabelecidos. A norma assume três categorias de indicadores de desempenho ambiental:

1) Indicadores de desempenho na gestão (IDG)

Estes indicadores deverão possibilitar uma avaliação dos esforços, decisões e acções efectuadas pela gestão, ao nível, por exemplo, da formação, requisitos legais, afectação de recursos, desenvolvimento de produtos, etc. Os IDG incluem as seguintes subcategorias:

- implementação de políticas e programas;
- conformidade;
- desempenho financeiro e
- relações com a comunidade.

2) Indicadores de desempenho operacional (IDO)

Estes indicadores deverão permitir avaliar o desempenho ambiental das actividades operacionais da organização (instalações físicas, equipamento). Os IDO incluem as seguintes subcategorias:

- fluxos de entrada: materiais, energia e serviços;
- abastecimento/fornecedores;
- concepção, instalação, operação e manutenção das infraestruturas e equipamentos (incluindo eventos de emergência e operações fora da rotina);
- fluxos de saída: produtos (produtos principais, subprodutos, materiais reciclados e reutilizados); serviços; resíduos e emissões e
- fornecimento/entrega dos produtos/serviços;

3) Indicadores do estado do ambiente (IEA)

Estes indicadores visam fornecer informação sobre o estado do ambiente local, regional, nacional ou global, não constituindo contudo uma medida do impacto no ambiente. São indicadores que reflectem as condições de qualidade ambiental na área envolvente à organização. Segundo a norma, a determinação destes indicadores é, normalmente, uma competência das instituições governamentais com competências na área do ambiente, organizações não governamentais e instituições de investigação. Contudo, tal não invalida o desenvolvimento deste tipo de indicadores pela própria organização, quando se afigure necessário.

Tabela 11 – Exemplos de Indicadores de Desempenho Ambiental

| Categoria | Subcategoria | Indicador |
|--|--|--|
| Indicadores de Desempenho de Gestão | Implementação de políticas e programas | Nº de objectivos e metas alcançados |
| | | Nº de funcionários com requisitos ambientais na descrição das suas tarefas |
| | | Nº de programas ambientais implementados |
| | | Nº de horas de formação ambiental |
| | Conformidade | Grau de cumprimento da legislação |
| | | Tempo de resposta para incidentes ambientais |
| | | Nº de auditorias realizadas |
| | | Grau de conformidade dos fornecedores com as especificações ambientais definidas |
| | Desempenho financeiro | Custos (operacionais e de investimento) associados com aspectos ambientais |
| | | Retorno do investimento em projectos de melhoria ambiental |
| | | Poupanças alcançadas através da redução na utilização de recursos, prevenção da poluição, etc |
| | Relações com a comunidade | Nº de instalações com relatórios ambientais |
| | | Nº de relatórios elaborados |
| Nº de programas de educação ou materiais fornecidos à comunidade | | |
| Indicadores de Desempenho de Operacional | Materiais | Consumo de materiais por unidade produzida |
| | | Quantidade de materiais de embalagem por unidade produzida |
| | Energia | Consumo de energia por unidade produzida |
| | | Redução do consumo de energia através de programas de eficiência energética |
| | Serviços de suporte | Consumo de produtos de limpeza pelos prestadores de serviços |
| | | Resíduos produzidos pelos prestadores de serviços |
| | Instalações e equipamentos | Nº de horas de manutenção preventiva do equipamento |
| | | Área total ocupada pelas instalações |
| | | Nº de peças de equipamento com partes desenhadas para o desmantelamento, reciclagem e reutilização |

Tabela 11 (cont.) – Exemplos de Indicadores de Desempenho Ambiental

| Categoria | Subcategoria | Indicador |
|---|-----------------------------|--|
| Indicadores de Desempenho de Operacional | Fornecimento e distribuição | Consumo médio de combustível da frota de veículos |
| | | Nº de entregas por modo de transporte por dia |
| | Emissões | Emissões atmosféricas por unidade de produto |
| | | Efluentes líquidos por unidade de produto |
| | Resíduos | Quantidade de resíduos por unidade de produto |
| | | Quantidade de resíduos perigosos por unidade de produto |
| Quantidade de resíduos reciclados/reutilizados por unidade de produto | | |
| Indicadores de Condição Ambiental | Ar | Concentração de poluentes no ar ambiente em estações de monitorização |
| | Água | Concentração de poluentes no curso de água |
| | Solo | Concentração de determinado contaminante no solo na envolvente das instalações |

Além de permitir que a organização tenha um conhecimento sobre o seu comportamento e progresso ambientais, a ADA permite também relatar essa informação, nomeadamente através de Relatórios Ambientais.

As razões que podem levar uma organização a produzir um relatório sobre o seu desempenho ambiental podem ser múltiplas:

- imagem e *marketing* ambiental;
- pressões dos agentes externos;
- vantagens competitivas;
- obrigações legais.

As principais razões que têm no entanto prevalecido para que a maioria das empresas divulguem voluntariamente informação ambiental, assentam em motivações publicitárias, muitas vezes associadas às pressões ambientais exercidas pelas comunidades locais e efeitos de competitividade.

Será pois uma mais valia para a empresa a comunicação interna e externa dos resultados do seu desempenho ambiental. São partes interessadas nessa comunicação, em particular os seguintes grupos de ‘stakeholders’:

- colaboradores
- accionistas
- clientes

- fornecedores
- seguradoras
- banca
- entidades governamentais
- organizações não governamentais
- público em geral

Os relatórios devem ter continuidade, utilizando os mesmos métodos e indicadores ano após ano para assim se reportar o progresso. Dentro do mesmo sector deverão ser escolhidos os mesmos indicadores o que permitirá haver *benchmarking* entre empresas do sector. E deverão ter credibilidade, garantindo que a informação dá uma imagem verdadeira do desempenho ambiental da empresa.

Acresce estes procedimentos poderem ser significativamente reforçados se a gestão ambiental for entendida como um subsistema da gestão geral da empresa.

Sobre sistemas de gestão ambiental e sua implementação, sugere-se a consulta do Anexo I bem como: do *link* da Comissão Europeia “EMAS Toolkit for small organisations” para a implementação do EMAS em pequenas e médias empresas: <http://ec.europa.eu/environment/emas/toolkit/> , e do Guia de Referência publicado pela AIP para a Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental segundo a ISO 14001:2004.

6

Conclusões

Desenvolveu-se este Guia tendo por base a experiência adquirida na aplicação da estratégia de “desperdício-zero” na indústria de moldes, complementada pela abordagem do diagnóstico e de soluções relativas ao ruído e à contaminação do ar interno no ambiente de produção. O presente Guia sintetiza essa aplicação, procurando oferecer orientação nessas vertentes a outras empresas que pretendam seguir abordagem semelhante.

O objectivo principal da estratégia de “desperdício-zero” é apoiar a implementação da produção ecoeficiente na empresa industrial no sector de moldes, possibilitando também a resposta proactiva aos requisitos de conformidade regulamentar e um potencial de benefícios subsequentes a nível económico e social para essa empresa. Além do produto acabado, toda a actividade industrial inclui uma componente de ‘output’ não-produtivo associado ao desperdício gerado nos processos de fabrico. Na União Europeia a geração de resíduos cresce anualmente a taxas comparáveis às do crescimento económico.

Como forma de contrariar este facto, a Comissão Europeia propôs uma estratégia de longo prazo para a prevenção e reciclagem, de forma a tornar a Europa numa sociedade que evite a geração de resíduos e, no caso de serem inevitavelmente gerados, que possam ser reintroduzidos no sistema como um recurso. Neste contexto, a nova directiva europeia sobre resíduos tem por objectivo geral a implementação de uma política mais ambiciosa e eficaz de prevenção dos resíduos, impondo aos Estados-Membros nomeadamente a adopção de uma "hierarquia de resíduos" em cinco fases como regra geral, a aplicação do conceito de responsabilidade alargada do produtor para incentivar a valorização e a prevenção de resíduos, e o desenvolvimento de programas de prevenção dos resíduos. O desafio subjacente a esta estratégia reside, no limite, na modernização e a ampliação da política de resíduos da União Europeia à luz dos novos conhecimentos. Empresas e autoridades públicas têm de adoptar uma abordagem de ciclo de vida que não se interesse apenas pela poluição causada pelos resíduos, mas que tenha também em conta o modo mais eficaz como podem reduzir os impactos ambientais negativos associados à utilização de recursos, mediante prevenção, reciclagem e recuperação de resíduos.

Actualmente existe já uma tendência crescente por parte das empresas em investir na preservação do ambiente, uma vez que os resultados económicos por elas obtidos mostram que não há, necessariamente, contradição entre os lucros obtidos e o seu desempenho ambiental. As empresas ao tomarem decisões estratégicas que tenham em conta a preservação do ambiente conseguem alcançar vantagens competitivas significativas, como a redução dos custos e o aumento dos lucros. Ao procurar a

sustentabilidade, as empresas tomam consciência de que ao desencadear determinadas acções poderão tornar os seus negócios ecologicamente mais eficientes.

A preocupação com o ambiente é um assunto a que as empresas dão cada vez mais importância, por daí advirem ganhos na produtividade. Na sua actividade, ao assumir de forma integrada a respectiva responsabilidade não apenas ambiental mas também social, a empresa está a potenciar na prática a eco-eficiência, isto é está a contribuir para a criação de mais valor a partir de menores inputs em materiais e energia, tendo em consequência menores quantidades de resíduos gerados, e uma melhoria do ambiente com atenção particular para as condições de saúde, higiene e segurança dos seus trabalhadores.

7

Bibliografia

- EPA, Office of Compliance Sector Notebook Project; “Profile of the fabricated metal products industry”, September, 1995.
- UNEP, “Industry and Environment”, vol. 14, Out-Nov-Dez; 1991.
- APF – Associação Portuguesa de Fundição, “Valorização dos Resíduos Industriais do Sector de Fundição”, DGI, Lisboa, Novembro 1999.
- EPA, Office of enforcement and Compliance Assurance, “Profile of the Iron and Steel Industry”, Washington, September 1995. (EPA/310-R-95-005)
- EPA, Office of enforcement and Compliance Assurance, “Profile of the Fabricated Metal Products Industry”, Washington, September 1995. (EPA/310-R-95-007)
- Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais, Lisboa, Novembro 2000.
- Pedrosa, M. Coelho, P. Oliveira, "Guia Técnico Sectorial da Metalurgia e Metalomecânica", Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais, INETI/INR, Novembro, 2000.
- C. Diniz, F. Delmas, L. Gonçalves, "Guia Técnico Sectorial dos Tratamentos de Superfície", Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais, INETI/INR, Novembro, 2000.
- M. C. Coelho e J.M. Figueiredo, “Prevenção da Produção de Resíduos Industriais e os Benefícios Económicos”, Seminário “Resíduos Industriais: que Gestão?”, Aveiro, 15 de Outubro de 2003.
- Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available on “Surface Treatment using Organic Solvents”, January, 2007.
- Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available Techniques for “Surface Treatment of Metals and plastics”, September, 2005.
- Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available Techniques in the “Ferrous Metals Processing Industry”, December, 2001.
- Integrated Pollution Prevention and Control - Reference Document on Best Available Techniques “Production of Iron and Steel”, December, 2001.

- Baptista, C. Ribeiro, F. Pedrosa, L. Gonçalves e M. Domingues, “Manual para a Prevenção de Resíduos - Estudo de Caso para o sector da Metalurgia e Metalomecânica: EROFIO - Engenharia e Fabricação de Moldes, S.A”, INETI/CENTIMFE, Abril, 2007.
- “Tecnologias Avançadas de Produção na Indústria de Moldes – Estudo sobre o Estado da Arte”, CENTIMFE/INETI, 1999.
- “Tecnologias Avançadas de Produção na Indústria de Moldes e Ferramentas– Estudo sobre o Estado da Arte”, IST/INETI, 1999.
- Gama, L. Costa, L.N. Quental, “Indústria Metalomecânica e Metalúrgica – Impactos ambientais e medidas de prevenção da poluição”, Dezembro de 1999.
- Esteves Correia, J. Paulo Davim, “Efeito da Lubrificação Mínima (*MQL - Minimal Quantity of Lubricant*) na Maquinagem de uma Liga de Alumínio”, Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões ISSN – 122922, Mecânica Experimental, 2006, Vol 13, Pg 27-34.
- Fundación Privada Institut Ildelfons Cerdà, “Manual de Minimización de Residuos y Emisiones Industriales”, 1 ed. , Barcelona,1992.
- Jerry P. Byers, “Metalworking Fluids”, Marcel Dekker, Inc., New York, 1994.
- Ludwig Hartinger, “Handbook of Effluent Treatment and Recycling for the Metal Finishing Industry”, 2nd Edition, 1994
- Milton C. Shaw, “Metal Cutting Principles”, Clarendon Press, Oxford, 1984
- Comunicação da Comissão, de 21 de Dezembro de 2005, "Avançar para uma utilização sustentável dos recursos: Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos" [COM(2005) 666 - Não publicada no Jornal Oficial].
- Guia de referência para a implementação de sistemas de Gestão Ambiental segundo a ISO 14001:2004, AIP, realizado por QTEL
- Manual de boas práticas ambientais e de responsabilidade social, UERN, UMinho.
- Norma ISO 14031:1999
- Prevenção e Controlo Integrado da Poluição, Decreto-Lei nº 194/2000 de 21 de Agosto – Transposição da Directiva nº 96/61/CE .
- Regulamento (CE) nº 761/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Março de 2001 – participação voluntária num sistema de ecogestão e auditoria (EMAS)
- Decreto-Lei nº 153/2003 de 11 de Julho
- Norma ISO 14001:2004

- Lista Europeia de Resíduos, Portaria nº 209/2004, Diário da República — I SÉRIE-B, nº 53 de 3 de Março
- Regulamento (CE) nº196/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 3 de Fevereiro de 2006
- Decreto-Lei nº178/2006 de 5 de Setembro
- P6_TA_PROV (2008) 0282 - Posição do Parlamento Europeu aprovada em segunda leitura em 17 de Junho de 2008 tendo em vista a aprovação da Directiva 2008/.../CE, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa aos resíduos e que revoga certas directivas.
- Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro.
- Silva, P.M., 1980, Os efeitos do Ruído no Homem, Lisboa.
- Crocker, M.J., 2007, Handbook of Noise and Vibration Control, October 2007.
- NP 1796:2007 - Segurança e Saúde do Trabalho. Valores limite de exposição profissional a agentes químicos, IPQ.
- NP EN 481:2004 - Atmosferas dos locais de trabalho. Requisitos dos tamanhos das fracções para medição das partículas em suspensão no ar, IPQ, 2004.
- NP EN 1540:2004 - Atmosferas dos locais de trabalho - Terminologia, IPQ, 2004.
- EPA Air Toxics Web Site, 2008 (<http://www.epa.gov/ttn/atw/>)
- DoD-NIOSH, 2005, “DoD-NIOSH Particulate Matter Research Workshop”, Meeting Proceedings, 6-7 September 2005.
(<http://usachppm.apgea.army.mil/doem/particle/finalpmworkshopproceedings2005.pdf>)
- Castranova V., 2005, “Toxicity of Ultrafine Particles”, NIOSH, Centers for Disease Control and Prevention.
(<http://usachppm.apgea.army.mil/doem/particle/apnds/appendix%20e,%20castranova.pdf>)
- NIOSH - Safety and Health Topics, 2008. (<http://www.cdc.gov/niosh/topics/metalworking/>)
- Suuronen K., Henriks-Eckerman M-J, Riala R. and Tuomi T., 2008, “Respiratory Exposure to Components of Water-Miscible Metalworking Fluids”, Annals of Occupational Hygiene, Aug, 4.
- Shaw L., 2007, “Occupational Exposure to Metalworking Fluids”, presented at the Occupational Hygiene Association of Ontario Spring Symposium, March 28.

Documentação electrónica

- <http://www.confagri.pt/>
- <http://www.eicpme.iapmei.pt/>
- <http://www.copel.com/>
- <http://w3.ualg.pt/>
- <http://ec.europa.eu/>
- http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
- <http://ec.europa.eu/environment/emas/toolkit/>
- <http://www.ec.gc.ca/>
- <http://www.edamb.com/>
- <http://eur-lex.europa.eu/>
- <http://www.inem.org/>
- <http://ecomanager.fct.unl.pt/disciplinas/gae/files/biblio/reporting.pdf>
<http://ecomanager.fct.unl.pt/disciplinas/gae/files/biblio/reporting.pdf>
- <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/pages/FActivities.htm>
- <http://cpas.mtu.edu/cencitt/>
- www.unep.org/
- <http://www.epa.gov>
- <http://es.epa.gov/techinfo/>
- <http://www.epa.gov/compliance/>

Anexo I

Políticas europeias e nacionais

A depleção dos recursos naturais associada ao crescente incremento da economia e consequente degradação ambiental, tem conduzido a uma ameaça cada vez mais real, para o meio ambiente. Apesar das melhorias técnicas adoptadas ao longo dos anos o risco de esgotamento dos recursos é a consequência directa das tendências não sustentáveis associadas às práticas existentes.

De forma a inverter esta situação, e indo de encontro à corrente que surgiu em 1971 com a publicação do livro “Os Limites do Crescimento”, de Dennis Meadows e que foi grandemente divulgada nos finais dos anos 80 com a publicação do relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, “O Nosso Futuro Comum”, a União Europeia (UE) entende que a política em matéria de ambiente deverá ir para além da regulamentação simples sobre a poluição que é operacionalizada através do controlo das emissões poluentes e dos resíduos. O caminho faz-se entre a eficiência no uso dos recursos naturais e a utilização de formas de produção e de consumo sustentáveis.

Neste sentido a UE adoptou em 2002 o 6º Programa de Acção em Matéria de Ambiente que prevê várias estratégias temáticas que se pretendem que contribuam decisivamente para inverter a situação actual. Entre essas encontram-se a estratégia associada à utilização sustentável dos recursos naturais e a estratégia referente à gestão dos resíduos.

Estas estratégias contribuem para a efectivação da prevenção ambiental como o modo de actuação que garantirá, a médio prazo, a viabilidade e o sucesso empresarial relacionado que está com a redução dos custos de produção e de gestão de resíduos.

De entre as diversas ferramentas de que as organizações se podem auxiliar tendo por objectivo último a prevenção ambiental, destacamos a gestão ambiental por se revelar, em muitas situações, como um instrumento de aplicação simples e que contribui efectivamente para a melhoria do desempenho ambiental das organizações.

Estratégias Temáticas da União Europeia

Utilização sustentável dos recursos naturais

No ano 2005 a União Europeia publicou a denominada *Estratégia temática sobre a utilização sustentável dos recursos naturais* para os próximos 25 anos. Trata-se de uma nova abordagem que tem por meta a utilização mais eficaz e sustentável dos recursos, ao longo de todo o seu ciclo de vida, associado à redução dos impactes ambientais negativos, respeitando simultaneamente os objectivos fixados em termos de crescimento económico e de emprego. Para tal, e em termos operacionais, pretende-se

identificar ao longo deste período os mais graves impactes ambientais associados ao uso de recursos naturais.

Nesta estratégia estão abrangidos todos os sectores consumidores de recursos e assenta numa melhoria do rendimento destes, reduzindo a sua incidência no ambiente e substituindo os recursos demasiado poluentes por outras soluções alternativas.

Os objectivos (Figura A1.1) devem ser alcançados ao longo de todo o ciclo de utilização dos recursos, tendo em conta que medidas adoptadas numa fase podem vir a contribuir para o aumento do impacte numa fase posterior, pelo que a análise de ciclo de vida permite evitar que haja uma transferência dos impactes ambientais de uma fase para outra. Esta forma de abordagem permite uma melhor identificação das prioridades de actuação esperando-se que venha a contribuir para uma optimização na utilização dos recursos e para a adopção de formas de produção e de consumo mais sustentáveis.



Figura A1.1 – Objectivos da Estratégia Temática sobre a utilização sustentável dos recursos

Paralelamente, e de forma a viabilizar no terreno a implementação com sucesso desta estratégia é referenciado como fundamental a necessidade de serem realizados esforços em áreas políticas não ambientais e serem adoptadas novas iniciativas a todos os níveis da governação nacional, comunitária e internacional.

Para se atingirem os objectivos propostos nesta Estratégia foi definido um conjunto de acções a realizar:

- Incrementar o conhecimento e o entendimento sobre o uso dos recursos naturais no espaço europeu, os impactes ambientais negativos associados e a sua representatividade na União Europeia e a nível mundial;
- Incrementar a divulgação, junto de todos os cidadãos, dos impactes negativos do uso dos recursos;
- Desenvolver ferramentas para monitorar e relatar os progressos na UE nesta matéria (uso de recursos naturais e ao longo do seu ciclo de vida);

- Elaborar planos e programas a nível nacional para o uso sustentável dos recursos naturais tendo por meta a redução dos impactes ambientais negativos mais significativos, ao longo do seu ciclo de vida. Essas iniciativas deverão passar pelo desencadear de acções em matéria de formação, ensino e/ou de incentivos financeiros.

Para a concretização das acções a realizar está prevista a criação de diferentes órgãos:

- Fórum para intercâmbio de informações constituído por representantes dos Estados-Membros (EM) e da Comissão;
- Centro de dados para recursos naturais onde seja compilada toda a informação disponível para monitorar e analisar de modo a providenciar informação relevante para os decisores políticos;
- Painel Internacional para analisar e providenciar informação sobre aspectos globais do uso dos recursos e dos impactes ambientais, criado em cooperação com a Organização das Nações Unidas (ONU) e, eventualmente outros parceiros internacionais.

De forma a avaliar periodicamente os progressos realizados, a Comissão definiu prazos para a concretização das tarefas:

2007 – Definição de um programa temático para o ambiente e gestão sustentável dos recursos naturais;

2008 – Desenvolver indicadores relativos à melhoria da eficiência de utilização dos recursos naturais; relacionados com a dissociação entre a utilização dos recursos e dos seus impactes no ambiente (indicador por recurso); para medir o progresso na redução do stress ecológico do uso de recursos pela UE (indicador eco-eficiente).

2010 – Revisão do progresso feito em alcançar os objectivos da estratégia. Revisões posteriores de 5 anos em 5 anos.

Prevenção e reciclagem de resíduos

Em 2005 foi definida pela UE a **Estratégia de prevenção e reciclagem de resíduos** que define orientações e estabelece medidas para reduzir as pressões ambientais decorrentes da produção e da gestão dos resíduos.

Com a adopção desta estratégia a UE tem por objectivo a prevenção de resíduos e a promoção da sua reutilização, reciclagem e recuperação, reduzindo os impactes ambientais negativos associados ao longo do seu ciclo de vida (desde a geração até à sua eliminação).

O resíduo é entendido de uma forma mais abrangente, não apenas como fonte de poluição mas como um recurso potencial a explorar.

Para se conseguir atingir o objectivo definido por esta estratégia pretende-se alterar a legislação com vista a reforçar a sua aplicação na prevenção da produção de resíduos e na promoção de uma reciclagem eficaz, mantendo-se válidos os objectivos comunitários adoptados antes da definição desta estratégia de limitar a produção de resíduos e simultaneamente promover a sua reutilização, reciclagem e valorização. Para tal incide essencialmente na redução do impacte ambiental dos resíduos que deverá aplicar-se a todo o ciclo de vida dos recursos, o que implica o reforço dos conhecimentos sobre o impacte da utilização dos recursos na produção e gestão dos resíduos.

Pretende-se com esta estratégia que a gestão de resíduos saia reforçada no sentido de reduzir as quantidades depositadas em aterro, fomentado e melhorando a reciclagem e incrementando a recuperação de material e energia a partir de resíduos.

Para a concretização da estratégia estão previstas um conjunto de acções a realizar:

- Simplificação do quadro legal em vigor sendo exemplo a junção da directiva quadro sobre resíduos com as directivas sobre os resíduos perigosos e sobre os óleos usados, entre outras;
- Promoção da reciclagem:
 - através da concessão de incentivos a iniciativas que fomentem a reintrodução dos resíduos no ciclo económico, sob a forma de produtos de qualidade, minimizando o impacte ambiental negativo dessa reintrodução;
 - através da alteração do quadro regulamentar que incluirá a possibilidade de introduzir critérios de eficácia no caso das operações de valorização, bem como critérios que permitam estabelecer a distinção entre resíduos e produtos, uma vez que esses critérios permitirão definir normas mínimas de qualidade e difundir as melhores práticas entre os EM;
- Intercâmbio de informação sobre as taxas nacionais de deposição em aterro, bem como de medidas baseadas na natureza dos materiais e, eventualmente, medidas destinadas a completar os mecanismos de mercado, caso estes se revelem insuficientes para assegurar o desenvolvimento da reciclagem;
- Redireccionamento de dois terços dos resíduos biodegradáveis gerados para outros modos de tratamento que não a deposição em aterro;
- Criação de um quadro coordenado para acções nacionais específicas, como sejam a definição de programas de prevenção da produção de resíduos;
- Clarificação de algumas noções de que são exemplo a nova definição para as actividades de valorização e de eliminação de modo a promover as melhores práticas ambientais;

De salientar que está em preparação uma nova proposta de Directiva sobre Resíduos ⁷.

Gestão Ambiental

Gestão ambiental como factor competitivo

A gestão ambiental entendida como uma componente da gestão global das organizações constitui uma ferramenta que conduz à obtenção de mais-valias através da identificação de pontos críticos em termos de perdas de matérias-primas e de situações de produtividade deficitária, contribuindo simultaneamente, para a redução do impacte ambiental das actividades humanas. Esta redução é conseguida através da adopção de práticas que garantam a conservação e a preservação da biodiversidade conduzindo ao uso racional dos recursos naturais.

O objectivo geral da gestão ambiental aplicada a uma organização deverá ser a procura da melhoria da qualidade ambiental dos serviços, dos produtos e do ambiente de trabalho.

Na prática, a integração da gestão ambiental na estrutura organizacional da empresa é realizada através da implementação de sistemas de gestão ambiental (SGA). Com efeito, um SGA pretende melhorar o desenvolvimento económico global das empresas através da melhoria contínua do seu desempenho ambiental.

O processo de melhoria contínua, englobando 4 fases (Figura A1.2), é também a base de actuação na implementação de um sistema de gestão ambiental tal como se verifica na qualidade total (ciclo de Deming). Após o planeamento das acções e da sua execução deverá efectuar-se uma análise para verificar e identificar pontos críticos de forma a se actuar, ciclicamente, no sentido da melhoria contínua.

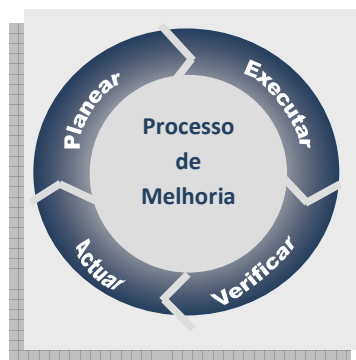


Figura A1.2 – Fases do processo de melhoria continua

De entre os sistemas de normalização internacional existentes destaca-se o sistema de gestão ambiental EMAS aplicável nos países integrados na União Europeia e que foi adoptado pela primeira vez através do Regulamento relativo ao sistema de gestão do ambiente, em 1993 (Regulamento CEE nº 1836/93, de 29 de Junho) e que mais tarde foi revogado pelo Regulamento CE nº 761/2001 de 19 de Março. Entretanto,

⁷ P6_TA_PROV(2008)0282 - Posição do Parlamento Europeu aprovada em segunda leitura em 17 de Junho de 2008 tendo em vista a aprovação da Directiva 2008/.../CE, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa aos resíduos e que revoga certas directivas.

em 2006 foi publicado o Regulamento CE nº 196/2006, de 3 de Fevereiro que altera o Anexo 1 do Regulamento CE nº 761/2001. Este regulamento permite a participação voluntária das empresas num Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria e está aberto a todas as organizações de todos os sectores económicos, empenhadas em melhorar o seu desempenho ambiental.

O EMAS constitui uma nova abordagem às questões ambientais com carácter voluntário e é considerado um rótulo de qualidade a nível europeu, permitindo às empresas que o implementam com sucesso ser reconhecidas publicamente.

Os principais objectivos deste sistema de eco-gestão vão para além da demonstração de cumprimento legislativo ambiental, assentando no incremento da melhoria do comportamento ambiental da organização e na comunicação pública dos resultados ambientais alcançados.

Motivações para a implementação de um SGA

A tomada de decisão por parte de uma empresa em adoptar um sistema de gestão ambiental tem em conta diversos factores. Entre os mais decisivos encontram-se os apresentados na Figura A1.3.



Figura A1.3 – Motivações para a implementação de um SGA numa organização

A pressão por parte de clientes e investidores, o cumprimento de legislação tendencialmente mais restritiva, a importância da manutenção de uma imagem “verde” e a componente económica são factores cada vez mais decisivos que levam as organizações a adoptar um SGA como componente da sua gestão global.

Vantagens da aplicação de um SGA

A introdução de um sistema de gestão ambiental na organização de uma empresa reveste-se de um conjunto de vantagens que se traduzem na sua globalidade pela melhoria do comportamento ambiental e, indirectamente, contribuem para a melhoria da eficácia financeira da organização. Na Figura A1.4 apresentam-se algumas das vantagens reconhecidas pelas empresas como resultantes da implementação de um SGA.



Figura A1.4 – Vantagens da implementação de um SGA numa organização

Anexo II

Classificação LER dos principais resíduos do sector

Tabela A2.1 – Principais resíduos gerados no sector dos moldes e ferramentas e sua classificação segundo a LER

| Resíduo | Designação LER | Código LER (1) |
|--|---|----------------|
| Calamina | Resíduos de materiais de granalhagem não abrangidos em 12 0116 | 12 01 17 |
| Pó de granalha | Resíduos de materiais de granalhagem não abrangidos em 12 0116 | 12 01 17 |
| Limalha de aço contaminada | Aparas e limalhas de metais ferrosos | 12 01 01 |
| Limalha de aço não contaminada | | |
| Aparas de metais ferrosos | | |
| Resíduo de afinação | | |
| Pastilhas | Aparas e limalhas de metais ferrosos | 12 01 01 |
| | Outros resíduos não anteriormente especificados | 12 01 99 |
| Ferramentas integrais ⁽²⁾ | Mós e materiais de rectificação usados contendo substâncias perigosas | 12 01 20 |
| | Mós e materiais de rectificação usados não abrangidos em 12 01 20 | 12 01 21 |
| | Outros resíduos não anteriormente especificados | 12 01 99 |
| Lamas | Lamas de maquinaria contendo substâncias perigosas | 12 01 14 * |
| | Lamas de maquinaria não abrangidas em 12 01 14 | 12 01 15 |
| | Lamas metálicas (lamas de rectificação, superacabamento e lixagem) contendo óleo | 12 01 18 * |
| Emulsão degradada | Emulsões e soluções de maquinaria sem halogéneos | 12 01 09 * |
| Óleos usados | Óleos minerais de maquinaria com halogéneos | 12 01 06 * |
| | Óleos minerais de maquinaria sem halogéneos | 12 01 07 * |
| | Óleos sintéticos de maquinaria | 12 01 10 * |
| | Óleos de maquinaria facilmente biodegradáveis | 12 01 19 * |
| | Óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação | 13 02 05 |
| Desperdício contaminado | Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção contaminados por substâncias perigosas | 15 02 02 * |
| Filtros de exaustão | Outros resíduos não anteriormente especificados | 12 01 99 |
| Filtros de rolo (para separação óleo/limalhas) | Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção contaminados por substâncias perigosas | 15 02 02 * |
| Granulado contaminado | Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo não anteriormente especificados), panos de limpeza e vestuário de protecção contaminados por substâncias perigosas | 15 02 02 * |
| Pó de lubrificação | Outros resíduos não anteriormente especificados | 12 01 99 |
| Resíduo do tratamento das emissões gasosas | Resíduos de materiais de granalhagem não abrangidos em 12 0116 | 12 01 17 |

(1) O resíduo cujo código tem um asterisco está classificado como resíduo perigoso de acordo com o LER.

(2) Inclui: lâminas; discos de rebarbar; discos de corte; pedras; feiras; mós e serras.

Anexo III

Questionário para caracterização ambiental de uma empresa (Exemplo)

| QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL | | | | | |
|--|---|-----|-----|---------------|-----|
| Nº | QUESTÕES | Sim | Não | Não aplicável | OBS |
| | GESTÃO AMBIENTAL | | | | |
| 1 | A Empresa possui licenciamento? | | | | |
| 2 | Alguma vez se realizou na empresa um levantamento ambiental? Qual o âmbito? | | | | |
| 3 | A empresa publicou algum relatório sobre a sua actividade e desempenho ambiental? | | | | |
| 4 | A Empresa conhece a legislação em vigor e aplicável em termos de ambiente? | | | | |
| a | Está identificada? Como é controlada a sua actualização? | | | | |
| 5 | A empresa tem uma política ambiental em versão escrita (pelo menos uma versão provisória)? | | | | |
| a | Está difundida? | | | | |
| b | É entendida por todos? | | | | |
| 6 | A empresa define objectivos e metas ambientais específicos? | | | | |
| a | Estão documentados? | | | | |
| b | São acompanhados? | | | | |
| c | São mensuráveis? | | | | |
| 7 | A Empresa tem algum procedimento que permita identificar e avaliar os impactes ambientais significativos das actividades, produtos e serviços que controla ou sobre os quais pode ter influência? | | | | |
| 8 | A Empresa tem algum tipo de programa de prevenção de impactes ambientais? | | | | |
| 9 | A empresa tem um responsável pela área ambiental? | | | | |
| 10 | A empresa tem um organigrama que contempla a área ambiental? | | | | |
| | MATÉRIAS PRIMAS E AUXILIARES | | | | |
| 11 | A empresa possui as fichas de segurança e manuseamento das matérias-primas e materiais auxiliares? | | | | |
| 12 | Se usam materiais que contêm substâncias perigosas, estes estão devidamente identificados? | | | | |
| | EFLUENTES LÍQUIDOS | | | | |
| 13 | A Empresa efectua descargas de águas residuais? Industriais ou apenas sanitárias? | | | | |
| a | Onde efectua essas descargas? | | | | |
| 14 | A Empresa mistura os efluentes domésticos com os efluentes industriais? | | | | |
| 15 | A Empresa tem fossas? | | | | |
| a | Estão licenciadas? | | | | |

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

| Nº | QUESTÕES | Sim | Não | Não aplicável | OBS |
|-----|---|-----|-----|---------------|-----|
| 16 | A Empresa faz descargas de efluentes industriais sem tratamento para o solo e ou linhas de água? | | | | |
| a | De que produtos? | | | | |
| i | Óleos hidráulicos; | | | | |
| ii | Óleos de corte; | | | | |
| iii | Emulsões; | | | | |
| iv | Águas de lavagem de equipamentos, reservatórios e tanques; | | | | |
| v | Efluentes de lixiviação de resíduos armazenados no exterior, ao ar livre e sem tanques de decantação; | | | | |
| b | Essas descargas são monitorizadas? | | | | |
| 17 | A Empresa efectua análises de caracterização às águas residuais? | | | | |
| a | O resultado dessas análises é comunicado às entidades competentes? | | | | |
| b | O resultado dessas análises é comparado com os valores limite legislados? | | | | |
| c | São tomadas medidas para evitar ou reduzir essas descargas? | | | | |
| 18 | A Empresa conhece as plantas das redes de águas pluviais e residuais? | | | | |
| 19 | A Empresa capta água? | | | | |
| a | Tem licenciamento para efectuar essa captação? | | | | |
| | EMISSÕES GASOSAS | | | | |
| 20 | A Empresa tem identificadas as fontes de emissão para a atmosfera? | | | | |
| a | De que tipo são (difusas ou fixas)? | | | | |
| b | São conhecidas as causas e alcance dessas emissões? | | | | |
| 21 | A Empresa efectua análises de caracterização das emissões para a atmosfera? | | | | |
| a | O resultado das análises é comunicado às entidades competentes? | | | | |
| b | A Empresa tem conhecimento dos valores limite de emissão para a atmosfera impostos pela legislação? | | | | |
| 22 | A Empresa tem chaminés? | | | | |
| a | Cumprem as especificações legais? | | | | |
| 23 | Existem na Empresa emissões de poeiras? | | | | |
| 24 | Existem na Empresa emissões de compostos orgânicos voláteis? | | | | |
| 25 | Existem na Empresa emissões de aerossóis? Por exemplo, dos óleos de corte nomeadamente na rectificação? | | | | |
| 26 | Existem na Empresa emissões difusas de óleos minerais? Por exemplo na electroerosão? | | | | |

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

| Nº | QUESTÕES | Sim | Não | Não aplicável | OBS |
|----|--|-----|-----|---------------|-----|
| 27 | Existem na Empresa emissões difusas de poeiras de polimento, por exemplo da rectificação a seco e Maquinagem de grafite? | | | | |
| 28 | Existem na Empresa emissões difusas de gases alcalinos em desengorduramento com banhos aquecidos? | | | | |
| 29 | Existem na Empresa emissões de fumos ácidos em banhos aquecidos? | | | | |
| 30 | Existem na Empresa emissões de névoa oleosas resultantes das operações de corte? | | | | |
| 31 | Existem na Empresa sistemas de exaustão de poeiras, fumos e gases? | | | | |
| a | Com filtro? | | | | |
| | RESÍDUOS | | | | |
| 32 | A empresa sabe quais os diferentes tipos de resíduos gerados actualmente pela sua actividade? Especificar | | | | |
| 33 | A empresa sabe quais as quantidades dos diferentes tipos de resíduos gerados ? Especificar de acordo com o tipo de resíduo. Esses valores são medidos e registados com que periodicidade? | | | | |
| 34 | Alguns dos resíduos gerados pela empresa é classificado como perigoso? Se sim, identificar o resíduo e a razão para essa classificação | | | | |
| 35 | A empresa sabe a quantidade de resíduos perigosos que são gerados pela sua actividade ? Diferenciar de acordo com o tipo de resíduo. | | | | |
| 36 | A empresa consegue identificar quais são as fontes/operações onde são gerados os diferentes tipos de resíduos? | | | | |
| 37 | A Empresa faz recolha selectiva dos seus resíduos? | | | | |
| 38 | A Empresa faz reciclagem ou reutilização interna de algum resíduo? | | | | |
| 39 | Os resíduos são separados por tipo? Como é que são recolhidos e armazenados os diferentes resíduos gerados nas operações da empresa ? | | | | |
| 40 | A empresa consegue identificar claramente todos os pontos na empresa onde os resíduos são recolhidos e armazenados? | | | | |
| 41 | Os conteúdos dos contentores de armazenamento estão devidamente identificados? | | | | |
| 42 | As zonas de armazenagem são inspeccionadas regularmente para assegurar que estão intactas e correctamente rotuladas? | | | | |
| 43 | A empresa possui procedimentos internos para a recolha e o armazenamento dos diferentes resíduos? Especifique (ex.: triagem)? | | | | |
| 44 | A empresa possui procedimentos para o manuseamento de resíduos perigosos? Especifique | | | | |
| 45 | Existem condições especiais de armazenagem de resíduos perigosos, antes de serem encaminhados? | | | | |

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

| Nº | QUESTÕES | Sim | Não | Não aplicável | OBS |
|----|---|-----|-----|---------------|-----|
| 46 | Quem recolhe os resíduos sólidos? | | | | |
| a | São entidades licenciadas? | | | | |
| b | Pode evidenciar a comprovação desse licenciamento? | | | | |
| 47 | Quem elimina os resíduos sólidos? | | | | |
| a | São entidades licenciadas? | | | | |
| b | Pode evidenciar a comprovação desse licenciamento? | | | | |
| c | A eliminação é realizada respeitando as normas locais, regionais e da UE? | | | | |
| 48 | Está documentada a prática relativa ao manuseamento dos resíduos sólidos? | | | | |
| a | E ao transporte? | | | | |
| b | E ao armazenamento? | | | | |
| c | E à eliminação? | | | | |
| 49 | A Empresa declara trimestralmente os óleos que produz? | | | | |
| 50 | A Empresa declara anualmente os resíduos que produz? | | | | |
| a | Utiliza correctamente as guias de acompanhamento de resíduos (original e triplicado)? | | | | |
| 51 | As infra-estruturas para armazenagem temporária de resíduos, são as adequadas (solo impermeabilizado, zona coberta)? | | | | |
| 52 | Existem na Empresa fontes de contaminação dos solos? | | | | |
| 53 | Existem na Empresa transformadores com PCB? | | | | |
| 54 | A Empresa tem identificadas as fontes de ruído? | | | | |
| a | São conhecidas as suas causas, natureza e extensão? | | | | |
| b | São realizadas medições de ruído que permitam avaliar o cumprimento ou incumprimento deste requisito legal? | | | | |
| c | A Empresa comunica os valores da emissão de ruído às entidades competentes? | | | | |
| d | A Empresa conhece os valores máximos de ruído impostos pela lei? | | | | |
| e | A Empresa conhece as obrigações legais resultantes da sua localização, tipo de zona, e turnos de laboração? | | | | |
| | FORMAÇÃO | | | | |
| 55 | Existe um plano de formação? | | | | |
| 56 | A Empresa promove acções de formação com vista à preparação para acidentes ambientais e para casos de incêndio que possam colocar em perigo o ambiente? | | | | |
| 57 | A Empresa promove acções de formação e de sensibilização relativamente a impactes ambientais, reais e potenciais decorrentes das suas actividades? | | | | |
| 58 | A informação ambiental interna e externa é clara e adequadamente transmitida? | | | | |

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

| Nº | QUESTÕES | Sim | Não | Não aplicável | OBS |
|----|--|-----|-----|---------------|-----|
| 59 | Os colaboradores têm consciência do impacto ambiental das suas actividades? | | | | |
| 60 | Os procedimentos e instruções de trabalho contemplam situações como: | | | | |
| a | Funcionamento de máquinas? | | | | |
| b | Armazenagem, manuseamento e utilização de substâncias perigosas? | | | | |
| c | Desempenho de tarefas de controlo, teste, manutenção e limpeza? | | | | |
| d | Transporte de materiais perigosos? | | | | |
| | ORGANIZAÇÃO | | | | |
| 61 | A Empresa evidencia registos das informações ambientais quantitativas, tais como dados relativos a emissões, a questões ambientais, dados de produção e folhas de balanço de materiais, como parte integrante do seu sistema de monitorização? | | | | |
| 62 | A Empresa possui procedimentos documentados para monitorizar e medir as características das operações que possam ter impacto ambiental significativo? | | | | |
| 63 | A Empresa tem definidos planos de emergência? | | | | |
| 64 | Existem instruções claras, definidas e documentadas, sobre o que fazer no caso de ocorrência de um acidente ambiental ou em situação de emergência? | | | | |
| 65 | Existem dados sobre todos os acidentes ambientais que tenham ocorrido no passado? | | | | |
| 66 | A Empresa promove exercício de treino para situações de emergência (simulações)? | | | | |
| 67 | Existe um plano actualizado das instalações com indicação: | | | | |
| a | Da localização de todas as substâncias perigosas? | | | | |
| b | Das quantidades existentes? | | | | |
| c | Dos níveis de perigosidade? | | | | |
| d | Esse plano encontra-se disponível no Corpo de Bombeiros? | | | | |

Anexo IV

Financiamento de projectos para melhoria contínua (ecoeficiência) Enquadramento: QREN 2007-2013

O Programa Operacional para os Factores de Competitividade apresenta uma arquitectura global conforme é representado na Figura A4.1, na qual se poderá destacar os Sistemas de Incentivos de I&DT e Inovação (Figura A4.2) pela sua oportunidade no apoio a iniciativas empresariais no domínio do Ambiente e Sustentabilidade.

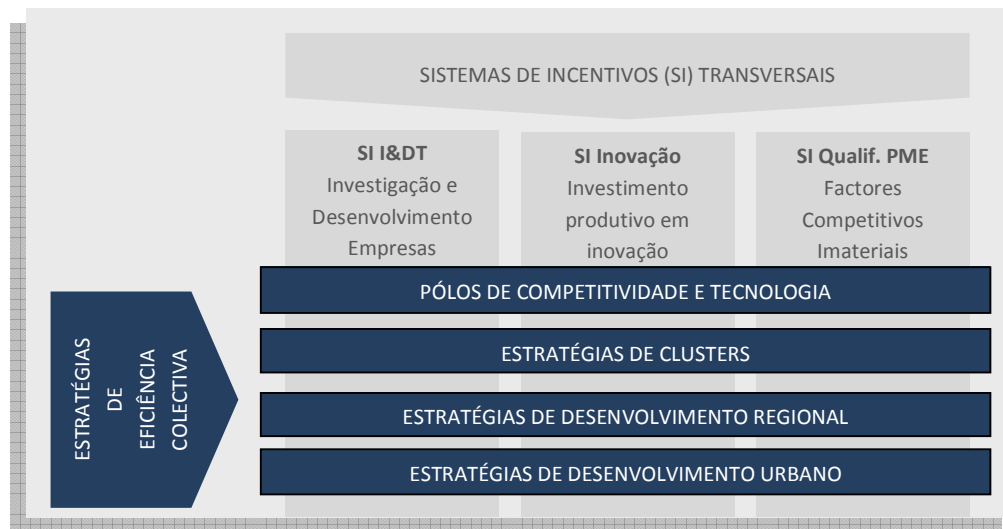


Figura A4.1 – Arquitectura global do QREN (Ref. Gabinete do Gestor do PO Factores de Competitividade)

| SISTEMAS DE INCENTIVOS | OBJECTIVO | PROGRAMA OPERACIONAL | |
|--|--|----------------------------|----------------------------|
| | | Temático | Regional |
| QUALIFICAÇÃO E INTERNACIONALIZAÇÃO PME | <ul style="list-style-type: none"> Promover a competitividade das PME Aumentar da produtividade das PME Desenvolver a presença activa das PME no mercado mundial | médias e grandes empresas* | micro e pequenas empresas* |
| INOVAÇÃO | <ul style="list-style-type: none"> Incentivar o investimento produtivo de inovação Promover o empreendedorismo qualificado Expandir actividades de alto conteúdo tecnológico ou com procuras internacionais dinâmicas | | |
| I&DT NAS EMPRESAS | <ul style="list-style-type: none"> Intensificar o esforço de I&DT e a criação de novos conhecimentos Promover a articulação entre elas e as entidades do SCTN | | |

* Excepto Lisboa e Algarve

Figura A4.2 – Áreas de intervenção do PO Factores de Competitividade

De seguida poderá ser consultada informação mais detalhada, relativa a cada um dos sistemas de incentivos, nomeadamente, as modalidades e características de projectos, as taxas de incentivo mínimas aplicáveis, os montantes reembolsáveis e não reembolsáveis de investimento e majorações por candidatura.

Sistema de Incentivos à I&DT – Investigação e Desenvolvimento Tecnológico

Tipos de Projectos (Suas Modalidades e Características)

1. I&DT EMPRESAS

Promovidos por empresas, compreendendo actividades de investigação industrial e/ou de desenvolvimento experimental, conducentes à criação de novos produtos, processos ou sistemas ou à introdução de melhorias significativas em produtos, processos ou sistemas existentes.

a) **Projectos individuais:** projectos individuais realizados por uma empresa.

b) **Projectos em co-promoção:**

- Parceria formalizada através de um contrato de **consórcio**
- Parceria coordenada por uma empresa
- Parceria entre empresas ou entre estas e entidades do SCT.

c) **Projectos mobilizadores:**

Projectos

- com elevado **conteúdo tecnológico e de inovação;**
- com **impactes significativos** a nível multisectorial, regional, **cluster**, pólo de competitividade e tecnologia ou;
- da consolidação das **cadeias de valor** de determinados sectores de actividade, e;
- da introdução de **novas competências** em áreas estratégicas do conhecimento;

Parceria formalizada através de um contrato de **consórcio;**

Parceria coordenada por uma empresa.

d) **Vale I&DT:**

- Atribuição de um **crédito** a PME para a contratação de **serviços de I&DT a entidades do SCT.**
- O pagamento do montante atribuído é efectuado à(s) entidade(s) do SCT contratada(s);
- As entidades do SCT contratadas necessitam de se encontrar acreditadas.

2. I&DT COLECTIVA

Promovidos por Associações Empresariais que resultam da identificação de problemas e necessidades de I&DT partilhados por um conjunto significativo de empresas, sendo os resultados alcançados largamente disseminados, tendo em vista a sua endogeneização e valorização pelas empresas-alvo.

- As actividades de I&DT a desenvolver são **subcontratadas a entidades do SCT** e/ ou empresas com a necessária capacidade técnica e tecnológica.
- A selecção das entidades do SCT e/ ou empresas é efectuada através de concurso;
- As empresas alvo estão representadas num Comité de Acompanhamento (mínimo de 5 empresas) que colabora com a Associação na caracterização do problema, na identificação de necessidades, no acompanhamento da realização e na validação dos resultados.

3. CRIAÇÃO E REFORÇO DE COMPETÊNCIAS INTERNAS DE I&DT

Projectos de **criação de unidades estruturadas de I&DT** com características de permanência e dedicadas em exclusivo a actividades de I&DT e reforço das unidades já existentes, com vista ao aumento do esforço de **I&DT** para além das linhas de investigação quotidianas da empresa

a) Núcleos de I&DT

- O promotor tem de ser **PME**;
- O **Núcleo** apoiado tem de possuir até à data de conclusão do projecto, um **Sistema de Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação certificado** segundo a NP 4457: 2007.

b) Centros de I&DT

- Apresentar um **Programa Estratégico** reportado a um horizonte temporal mínimo de **3 anos**, com obrigatoriedade de explicitar um conjunto de metas quantificadas intercalares e finais (contratação de recursos humanos qualificados para I&DT, projectos de I&DT comunitários a desenvolver, crescimento o investimento em actividades de I&D intramuros, patentes, novos produtos ou processos, criação de novas empresas, etc.).
- O promotor tem de cumprir obrigatoriamente até à data de conclusão do projecto: (i) **5 técnicos ETI**, com pelo menos 1 doutorado, dedicados a actividades de I&D, (ii) atingir uma intensidade de **I&D nas vendas superior à média da EU** na respectiva CAE, (iii) um **Sistema de Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação certificado** segundo a NP 4457: 2007.

4. VALORIZAÇÃO DE I&DT

Projectos que decorrentes de actividades de **I&D concluídas com sucesso**, visam a divulgação e demonstração a nível nacional ou internacional de novas tecnologias sob a forma de novos produtos, processos ou serviços inovadores.

a) Projectos demonstradores

- Projecto promovido por empresa (s)
- Demonstração em situação real das vantagens económicas e técnicas das novas soluções (produto, processo ou sistema) e de um adequado nível de divulgação junto do mercado-alvo, bem como de outros potenciais interessados na tecnologia a demonstrar.

| | | | Modalidade | | | |
|------------|--------------|---|--|--|---|---|
| | | | Núcleos I&DT | Centros I&DT | Co-Promoção | Individuais |
| Incentivo | Taxa | 50% | 25% | 25% (excepto SCT) | | |
| | Natureza | NR | Até €500 mil | Até €1 Milhão | Até €1 Milhão (excepto SCT) | Até €1 Milhão |
| | | R | | Podendo ser convertido até ao limite de 80% do incentivo atribuído, caso existam novos invest. em I&D em algumas áreas | O montante que excede €1 Milhão assume natureza NR numa parcela de 75% e de Reemb. para a restante parcela de 25%* (desde e quando esta última parcela ≥ €50 mil) (excep. SCT) | O montante que excede €1 Milhão assume natureza NR numa parcela de 75% e de Reemb. para a restante parcela de 25%* (desde e quando esta última parcela ≥ €50 mil) |
| | "de minimis" | Para não PME despesas com a protecção da propriedade intelectual e industrial | | | | |
| Majorações | | | Pequena emp. 20%, Média emp. 10% | | | |
| | | | SCT, Cooperação e Divulgação Ampla 15% | | | |
| | | | Investigação industrial 25% | | | |
| | | | Máximo de 80% ESB | | | |

* Sem juros; 7 anos com 2 de carência

Sistema de Incentivos à Inovação

Tipos de Projectos (Suas Modalidades e Características)

1. PROJECTOS DE INVESTIMENTO EM INOVAÇÃO PRODUTIVA

a) Projectos demonstradores

- a. **Produção de novos bens e serviços ou melhorias significativas da produção actual**, através da **transferência e aplicação de conhecimento**;
- b. **Adopção de novos**, ou significativamente melhorados, **processos ou métodos de fabrico**, de **logística e distribuição**, bem como **métodos organizacionais** ou de **marketing**;
- c. **Expansão de capacidades de produção** em actividades de alto conteúdo tecnológico ou com procuras internacionais dinâmicas;
- d. **Criação de empresas** e actividades nos primeiros anos de desenvolvimento, dotadas de recursos qualificados ou que desenvolvam actividades em sectores com fortes dinâmicas de crescimento, incluindo as resultantes do **empreendedorismo feminino** ou do **empreendedorismo jovem**.

- Projecto promovido por empresa (s);
- Demonstração em situação real das vantagens económicas e técnicas das novas soluções (produto, processo ou sistema) e de um adequado nível de divulgação junto do mercado-alvo, bem como de outros potenciais interessados na tecnologia a demonstrar.

5. PROJECTOS DE INVESTIMENTO DE CRIAÇÃO, MODERNIZAÇÃO, REQUALIFICAÇÃO OU REESTRUTURAÇÃO DE EMPRESAS

- Projectos promovidos por empresa a título individual ou em cooperação;
- Os projectos que resultam de iniciativas de cooperação entre empresas, beneficiam de uma valorização adicional do Mérito do Projecto (MP);
- Necessidade de enquadramento em Estratégia de Eficiência Colectiva (designadamente, *cluster*, pólos de competitividade e tecnologia).

| | | | |
|--------------|---|--|--|
| Incentivo | Taxa | 35% | |
| | Natureza | NR | |
| | | R | <ul style="list-style-type: none"> - Sem juros; 5 anos com 2 de carência. - O incentivo poderá ser convertido em incentivo NR, em função da avaliação do desempenho do projecto até ao montante Max. de 75% do incentivo concedido |
| "de minimis" | <ul style="list-style-type: none"> - Despesas com promoção internacional; pedidos Propriedade Industrial - Investimentos NUT II (Lisboa e Algarve) despesas em Activo Corpóreo e Incorpóreo e contratação de técnicos, construção de edifícios e obras de remodelação, desde que relacionadas com a actividade do sector do Turismo - Investimentos realizados por não PME correspondente às outras despesas elegíveis | | |
| Majorações | | Pequena Empresa 20% | |
| | | Média Empresa 10% | |
| | | Estratégia de eficiência colectiva 10% | |
| | | Empreendedorismo Feminino ou Jovem 10% | |
| | | Aplicam-se ainda os limites em ESB definidos no Enquadramento Nacional | |

Sistema de Incentivos à Qualificação

Tipos de Projectos (Suas Modalidades e Características)

1. PROJECTOS DE INVESTIMENTO DE PME EM FACTORES DINÂMICOS DE COMPETITIVIDADE

- Propriedade industrial;
- Criação, moda & *design*;
- Desenvolvimento e engenharia de produtos, serviços e processos;
- Organização e gestão e tecnologias de informação e comunicação;
- Qualidade;
- Ambiente;
- Inovação;
- Diversificação e eficiência energética;
- Economia digital;
- Comercialização e *marketing*;
- Internacionalização;

- Responsabilidade social e segurança e saúde no trabalho;
- Igualdade de género e de oportunidades.

a) **Projecto individual**

b) **Projecto conjunto**

- Projecto promovido por uma **entidade pública**, uma **Associação Empresarial** ou uma **entidade do SCT** que desenvolve um programa estruturado de intervenção num conjunto de PME;
- Necessidade de identificar na candidatura pelo menos 50% das PME (acordo de pré-adesão) a abranger no projecto (mínimo de 5); Apresentar um Plano de Acção com um conjunto de informações/dados obrigatórios.

c) **Projecto de cooperação**

- Projecto promovido por uma **PME ou consórcio** liderado por PME.

d) **Projecto simplificado de inovação**

- Atribuição de um **crédito a PME** para a contratação de **serviços de consultoria** e de **apoio à inovação** a entidades do SCT;
- O pagamento do montante atribuído é efectuado à(s) entidade(s) do SCT contratada(s); As entidades do SCT contratadas necessitam de se encontrar acreditadas.

| | | Modalidade | | | | |
|------------|--------------|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | Individual | Conjunto | Cooperação | Simplificado de inovação | |
| Incentivo | Taxa | 35% | 35%* | 35% | Máx. 75% (despesas em ent. Do SCT) | |
| | Natureza | NR | Até €250 mil/projecto | Até €180 mil x nº de participantes | Até €250 mil/projecto | Até €25 mil/projecto. Máx. €200 mil por 3 anos (cum. Vale I&DT) |
| | | R | Desde que ≥ €50 mil | | | |
| | "de minimis" | Até €750 mil/projecto | Até €540 mil x nº de participantes | Até €750 mil/projecto | | |
| | | Despesas com promoção internacional; pedidos Propriedade Industrial; Investimentos NUT II (Lisboa e Alg.) despesas em Activo Corpóreo e Incorpóreo e contratação de técnicos | | | | |
| | | Não PME | | | | |
| Majorações | | Pequena Empresa 10% | | | | |
| | | Estratégia de eficiência colectiva 5% | | | | |
| | | Cooperação 5% | | | | |
| | | Aplicam-se ainda os limites em ESB definidos no Enquadramento Nacional | | | | |

Próximos prazos de candidaturas

Projectos de inovação: 15-10-2008 a 31-12-2008

Projectos de qualificação: 30-09-2008 a 14-11-2008

Projectos individuais de I&DT (Investigação e Desenvolvimento Tecnológico): 03-11-2008 a 16-01-2009

Núcleos IDT : 03-11-2008 a 16-01-2009

Vale IDT: 30-09-2008 a 31-10-2008

Tipologia de Investimentos:

- Destina-se a financiar 75% do custo de aquisição de serviços de I&DT a uma entidade do SCT, para dar resposta a questões e necessidades específicas da empresa, no sentido do aumento da sua competitividade com tradução na melhoria de produtos, processos ou serviços (transferência de conhecimento de natureza científica e tecnológica que constitui novidade para a empresa).

Vale inovação: 30-09-2008 a 31-10-2008

Tipologia de Investimentos - projectos que prevejam intervenção nas seguintes áreas de consultoria e inovação:

- Organização e gestão e tecnologias de informação e comunicação;
- Desenvolvimento e engenharia de produtos, serviços e processos;
- I&DT e transferência de tecnologia;
- Propriedade industrial;
- Criação, moda e design;
- Comercialização e marketing;
- Economia digital;
- Qualidade;
- Ambiente;
- Diversificação e eficiência energética;
- Internacionalização.

Para consulta complementar, recomenda-se a consulta dos seguintes links:

Quadro de Referência Estratégico Nacional - <http://www.qren.pt/>

Programa operacional de factores de competitividade - <http://www.incentivos.qren.pt/>