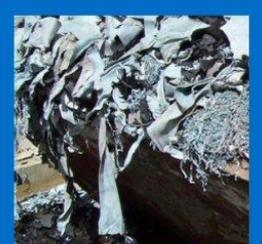


---

# BOAS PRÁTICAS PARA O SETOR DE CURTUMES

---

Junho 2015



**BOAS PRÁTICAS**  
**PARA O**  
**SETOR DE CURTUMES**

<b>1.</b>	<b>ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>CONSERVAÇÃO DA PELE .....</b>	<b>7</b>
2.1	A pele .....	7
2.2	Defeitos na Pele .....	8
2.2.1	Defeitos originados durante a vida do animal.....	8
2.2.2	Defeitos causados na esfola .....	8
2.2.3	Defeitos originados durante o processamento da pele .....	9
2.3	Conservação das peles.....	9
2.3.1	Características do sal .....	10
2.3.2	Normalização do método de salga de peles.....	11
2.3.3	Defeitos originados pelo sal, durante a conservação da pele .....	12
2.3.4	Outros defeitos originados durante a conservação da pele.....	14
<b>3.</b>	<b>PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CURTUMES .....</b>	<b>17</b>
3.1	Descrição do processo produtivo .....	17
3.1.1	Receção.....	17
3.1.2	Ribeira.....	18
3.1.3	Curtume .....	18
3.1.4	Recurtume .....	20
3.1.5	Secagem e preparação para o acabamento .....	21
3.1.6	Acabamento.....	23
3.2	Melhores Técnicas Disponíveis – MTD .....	23
3.3	Ribeira .....	27
3.3.1	Remolho.....	27
3.3.2	Descarna .....	31
3.4	Curtume .....	38
3.4.1	Desencalagem com CO2 .....	38
3.4.2	Piquelagem com redução de sal.....	41
3.4.3	Processos de elevada exaustão do crómio.....	42
3.4.4	Recirculação dos banhos de curtume.....	44
3.4.5	Curtumes alternativos ao crómio .....	46
3.5	Tingimento.....	50
3.5.1	Boas práticas para prevenção da formação de crómio hexavalente .....	50
3.5.2	Processos compactos.....	52
3.6	Acabamentos .....	53
3.6.1	Aplicação de acabamentos com tecnologias avançadas.....	53
<b>4.</b>	<b>GESTÃO DA ÁGUA .....</b>	<b>55</b>
4.1	Melhores Técnicas Disponíveis para a gestão e tratamento de água .....	56
4.2	Tratamento da água de processo .....	59
4.2.1	Requisitos básicos da água, em termos de processo produtivo de curtumes .....	59
4.2.2	Efeito das impurezas da água nos geradores de vapor .....	60
4.2.3	Redução dos efeitos das impurezas da água.....	61

4.3	Tratamento dos efluentes industriais.....	62
4.4	Classificação de efluentes.....	63
4.5	Efeitos nocivos de vários compostos presentes nos efluentes .....	65
4.6	Medidas criadas pela indústria para redução de impacto ambiental nos efluentes.....	66
4.7	Equipamentos das UPI's e procedimentos de manutenção .....	67
4.7.1	Grades e Tamisadores .....	67
4.7.2	Desengordurador.....	68
4.7.3	Tanque para armazenamento de banhos de calcário.....	68
4.7.4	Tanque para armazenamento de banhos de cromo .....	69
4.7.5	Tanque de Homogeneização .....	69
4.7.6	Medidor de Caudal .....	69
4.7.7	Caixa de inspeção .....	69
4.7.8	Recolha de amostras .....	69
4.7.9	Segurança .....	69
4.8	Otimização de desempenho da ETAR de Alcanena .....	71
4.9	Outras águas .....	73
<b>5.</b>	<b>GESTÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>75</b>
5.1	Introdução .....	75
5.2	Situação Energética da Indústria de Curtumes.....	76
5.2.1	Consumos sectoriais de energia .....	76
5.2.2	Regulamento de gestão dos consumos de energia .....	77
5.3	Medidas de Uso Racional da Energia.....	77
5.4	Contabilidade energética e boas práticas.....	77
5.4.1	Gestão energética eficaz.....	77
5.4.2	Elaboração de índices e custos energéticos .....	78
5.4.3	Contratação e faturação energética.....	78
5.4.4	Energia reativa.....	78
5.4.5	Motores elétricos.....	79
5.4.6	Iluminação .....	82
5.4.7	Ar comprimido .....	84
5.4.8	Climatização / ventilação.....	86
5.4.9	Frio industrial: refrigeração e congelação .....	87
5.4.10	Caldeiras .....	88
5.4.11	Recuperação de calor .....	90
5.5	Energias Renováveis .....	92
5.5.1	Solar .....	93
5.5.2	Eólica.....	96
5.5.3	Biomassa.....	97
5.6	Regime legal do consumo energético.....	98
5.7	Melhores Tecnologias Disponíveis.....	99
5.7.1	Utilização de banhos curtos.....	99

5.7.2	Recuperação de energia a partir de correntes (fluidos) de processo .....	100
5.7.3	Melhoria das técnicas de secagem .....	100
5.7.4	Recuperação de energia a partir de resíduos de curtumes.....	100
5.8	Outras intervenções de relevo .....	101
5.9	FORMAÇÃO & MAIS E MELHOR INFORMAÇÃO .....	102
5.10	OPTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS.....	103
<b>6.</b>	<b>VALORIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS E DE RESÍDUOS .....</b>	<b>105</b>
6.1	Introdução .....	105
6.2	A tipologia dos resíduos.....	106
6.2.1	Resíduos não curtidos.....	106
6.2.2	Resíduos curtidos.....	108
6.2.3	Lamas das estações de tratamento .....	110
6.3	Classificação e destino dos resíduos.....	111
6.4	Potencial de prevenção e de valorização no setor .....	117
<b>7.</b>	<b>MINIMIZAÇÃO DE ODORES E TRATAMENTO DOS EFLUENTES GASOSOS .....</b>	<b>127</b>
7.1	Odores .....	127
7.1.1	Amoníaco .....	127
7.1.2	Ácido Sulfídrico .....	127
7.1.3	Mercaptano de Metilo .....	127
7.2	Técnicas de minimização de odores .....	128
7.3	Efluentes gasosos.....	129
7.3.1	Poluentes primários principais .....	130
7.3.2	Poluentes Secundários .....	131
7.3.3	Poluentes atmosféricos e formas de atuação .....	131
7.4	Principais requisitos legais.....	134
<b>8.</b>	<b>NOÇÕES DE QUALIDADE, GESTÃO AMBIENTAL E DE SEGURANÇA.....</b>	<b>138</b>
8.1	Benefícios da implementação de metodologias nos sistemas de gestão segurança/ambiente/qualidade.....	138
8.2	Elementos constituintes duma estrutura macro de um sistema de gestão integrado ...	140
8.2.1	Política .....	141
8.2.2	Planeamento.....	141
8.2.3	Formação e sensibilização .....	141
8.2.4	Implementação e funcionamento .....	141
8.2.5	Medição, análise e melhoria.....	142
8.2.6	Revisão pela Gestão de Topo .....	143
<b>9.</b>	<b>PRODUTOS QUÍMICOS.....</b>	<b>144</b>
9.1	Prefácio .....	144
9.2	Definições .....	144
9.3	Obrigações, responsabilidades e deveres gerais.....	145
9.3.1	Responsabilidades gerais dos empregadores.....	145
9.3.2	Deveres gerais dos trabalhadores .....	147

9.3.3	Responsabilidades gerais dos fornecedores.....	147
9.3.4	Direitos dos trabalhadores .....	148
9.4	Rotulagem e marcação .....	150
9.4.1	Âmbito .....	150
9.4.2	Natureza e tipo de marcação.....	150
9.4.3	Natureza e tipo de rotulagem.....	150
9.4.4	Transferência de produtos químicos.....	154
9.5	Fichas de dados de segurança .....	155
9.5.1	Âmbito .....	155
9.5.2	Fornecimento de informação .....	155
9.5.3	Conteúdo .....	156
9.5.4	Medidas de controlo de produtos químicos perigosos para a saúde .....	160
9.5.5	Medidas de controlo de produtos químicos inflamáveis, de reação perigosa ou explosivos.....	161
9.5.6	Medidas de controlo de armazenamento de produtos químicos perigosos.....	163
9.5.7	Medidas de controlo de transporte de produtos químicos .....	165
9.5.8	Medidas de controlo de disposição final e tratamento de produtos químicos .....	165
9.5.9	Armazenamento de produtos químicos .....	166
9.6	Projeto e instalação .....	166
9.6.1	Princípios gerais.....	166
9.6.2	Ventilação local exaustora.....	168
9.6.3	Ventilação geral .....	168
9.6.4	Eliminação ou controlo de fontes de ignição .....	169
9.7	Proteção individual .....	170
9.7.1	Equipamento de proteção individual .....	170
9.7.2	Equipamento de proteção respiratória .....	171
9.7.3	Vestuário de proteção .....	171
9.7.4	Limpeza e manutenção do equipamento e vestuário de proteção individual.....	171
9.7.5	Instalações de higiene pessoal e bem-estar .....	172
9.8	Informação e formação .....	173
9.8.1	Princípios gerais.....	173
9.8.2	Revisão.....	173
9.9	Procedimentos de emergência e primeiros socorros.....	174
9.9.1	Procedimentos de emergência.....	174
9.9.2	Primeiros socorros.....	174
9.9.3	Combate a incêndios .....	175
<b>10.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>178</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>180</b>
<b>12.</b>	<b>WEBGRAFIA .....</b>	<b>181</b>

## 1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

A fundamentação do modelo de elaboração do presente Manual de Boas Práticas Ambientais expressa a necessidade da gestão ambiental e de uma atuação responsável se tornarem partes integrantes do desenvolvimento socioeconómico empresarial. Neste contexto, destacam-se algumas recomendações do Banco Mundial sob o título “Knowledge for Development”:

- Identificar as fontes de degradação ambiental e os impactos que provocam, bem como quantificar os custos associados à sua redução;
- Melhorar a regulamentação pública e as estratégias privadas com base no conhecimento sobre o ambiente;
- Valorizar a informação sobre o ambiente por forma a integrar preocupações ambientais nas políticas públicas e melhorar a gestão ambiental e de responsabilidade social das atividades privadas.

De um ponto de vista estritamente científico, trata-se de uma área de investigação que tem como base o estudo multidisciplinar dos sistemas industriais e económicos e as suas relações com os sistemas naturais.

Esta nova disciplina do conhecimento científico, que se tem vindo a desenvolver nos últimos anos por forma a auxiliar as empresas a crescer de uma forma equilibrada, é designada por Ecologia Industrial – a ciência do desenvolvimento sustentado.

É neste contexto que surgem ferramentas de gestão ambiental e de responsabilidade social, sendo exemplos as metodologias que recorrem à normalização. As empresas são assim um dos veículos para alcançar o desenvolvimento que procura otimizar as relações entre interesses ambientais, económicos e sociais.

O Manual de Boas Práticas Ambientais pretende ser uma contribuição para a melhoria do desempenho ambiental das empresas, apresentando exemplos reais de práticas implementadas e mantidas em empresas de curtumes e outras, nacionais ou estrangeiras, e traduzindo o estado atual das boas práticas nas empresas e as possibilidades de desenvolvimento futuro. Pretende também consciencializar os industriais e os seus colaboradores para a sua responsabilidade para com a degradação ambiental e proporcionar-lhes ferramentas que possam ajudar a tornar as suas empresas mais eco eficientes e, simultaneamente, mais competitivas. Embora em diferentes escalas, sejam as empresas de pequena, média ou grande dimensão, todas podem contribuir para uma gestão responsável e para a imprescindível mudança de mentalidades.

Mais do que uma listagem de boas práticas identificadas ou uma descrição intensiva ou extensiva de cada boa prática, pretende-se sobretudo a apresentação de informação relevante, que funcione como ponto de partida e como um instrumento que promova e seja catalisador de boas práticas para melhorar o desempenho das empresas.

Existem boas práticas intrínsecas à natureza própria da atividade de uma determinada empresa, cujos princípios, forma de implementação e manutenção poderão ser exemplo para outras empresas.

Em algumas situações, face a um mesmo aspeto ambiental, verifica-se que existem boas práticas com formas de atuação diferente, que expressam também várias possibilidades de abordagem, em função, por exemplo, dos recursos das empresas, o que torna muito interessante a avaliação por parte de outras empresas dos processos mais apropriados de incrementação de práticas diferentes mas eficazes.

Há boas práticas muito simples que revelam um sentido de inovação e pragmatismo elevados, não necessariamente tecnológicos, mas também de grande objetividade e aplicabilidade. São exemplos as soluções evidenciadas para o pré-tratamento das águas residuais, a sinalização e armazenamento de produtos químicos ou resíduos, a divulgação de atividades ambientais, a prevenção e resposta a pequenos derrames ou a sensibilização para a poupança de energia. É uma clara demonstração que a inovação e o desenvolvimento não se fazem apenas através de opções tecnológicas.

Todas as boas práticas analisadas e apresentadas têm três princípios fundamentais orientadores: prevenção da poluição, cumprimento de requisitos legais e melhoria do desempenho.

São ainda comuns a todas elas, três aspetos horizontais: consideração das melhores tecnologias disponíveis quando economicamente viáveis, consideração das melhores opções praticáveis e aplicação de procedimentos de medição e verificação para confirmação da adequabilidade e fiabilidade da boa prática.

Os aspetos ambientais têm hoje um peso importante na tomada de decisão, sendo mesmo equivalentes a outros fatores como a qualidade do produto final, a otimização do processo produtivo, a introdução de novas tecnologias e a qualificação dos recursos humanos. As empresas vêem-se confrontadas com a necessidade de tomar medidas que garantam a sua sustentabilidade.

Face ao conjunto de associados da AUSTRA, serão elaborados 3 Manuais de Boas Práticas Ambientais, sendo estes dirigidos a:

- Empresas de curtumes e armazenistas de produtos químicos;
- Armazenistas de peles (nos diferentes estados de conservação);
- Prestadores de serviços de transporte e tratamento de resíduos e outros associados da AUSTRA.

O objetivo destes Manuais é descrever os procedimentos, referentes às boas práticas ambientais na conservação das peles e no processo de curtumes, mas também outras de carácter mais geral, que podem ser estudados e implementados pelas empresas, incluindo aspetos produtivos e não produtivos, com reflexos a nível ambiental.

Pretende-se criar um documento compreensível, útil e que resuma as melhores práticas, medidas e tecnologias e que sirva de referência para todos os agentes ligados direta e indiretamente.

## 2. CONSERVAÇÃO DA PELE

### 2.1 A pele

A pele é constituída, na sua estrutura primária, por cadeias de aminoácidos (glicina e prolina) unidos entre si. Estas cadeias de aminoácidos dão lugar à estrutura secundária em forma de hélice que interage com outras cadeias através de ligações transversais.

Esta série de interações entre as cadeias de aminoácidos dá lugar a filamentos e fibras de colagénio, que é a proteína essencial da pele. Portanto, a pele é um tecido desordenado constituído por fibras unidas entre si. Esta estrutura é responsável por importantes propriedades como uma grande resistência ao rasgamento e uma alta capacidade de absorção de água, pelo que é capaz de absorver humidade uniformemente por toda a estrutura e libertá-la depois de algum tempo.

Por outro lado, dada à sua estrutura proteica, a pele apresenta uma baixa temperatura de contração, ou seja, a pele sem curtir em água quente contrai-se a uma temperatura de aproximadamente 60°C. Para evitar esta contração, existe uma etapa de estabilização do colagénio durante o processo de curtimenta.

A pele não apresenta uma textura e uma espessura uniformes em todas as zonas. Como consequência deste facto, para determinados artigos costuma-se cortar a pele em diferentes zonas de acordo com certas características relacionadas com a textura fibrosa e a espessura, tais como: croupón, espaldar e barrigas.

A pele do animal em bruto pode-se dividir em três camadas: epiderme, derme e tecido subcutâneo.

Epiderme: a epiderme é constituída por camadas superpostas. As camadas mais próximas à derme possuem células cheias de vitalidade. As células mais velhas são continuamente empurradas para cima, constituindo assim as células superiores da epiderme ricas em queratina. Durante o processo de depilação ocorre a destruição da epiderme. O sistema epidérmico também é constituído por pêlos e glândulas sebáceas e sudoríferas. Estes materiais são removidos nas operações que antecedem a curtimenta (operações de ribeira).

Derme: Representa a camada mais importante para o curtidor. É ela que será transformada em couro. Pode-se dizer que é constituída por duas partes: uma superior e outra inferior. A superior é penetrada por glândulas sebáceas e sudoríferas assim como por folículos pilosos. Esta camada também é conhecida como flor. A camada inferior é denominada camada reticular por apresentar um entrelaçamento de fibras colagénicas. Além de ser rica em colagénio (proteína de tecido conectivo branco) a derme também possui elastina (proteína do tecido conectivo amarelo). Durante a curtimenta ao cromo, o tecido elástico torna-se duro.

Tecido Subcutâneo: esta camada é constituída por tecidos adiposo, conectivo amarelo, vasos sanguíneos, nervos e músculos. Na linguagem dos curtidores, o tecido subcutâneo é conhecido por carne e é removido na operação de descarna, antes da curtimenta.

## 2.2 Defeitos na Pele

### 2.2.1 Defeitos originados durante a vida do animal

Para identificação do rebanho os animais são submetidos a marcações de diversos tipos que podem acarretar o aparecimento de defeitos e cicatrizes profundas.

Durante o transporte dos animais podem ocorrer lacerações e marcas na pele originadas por parafusos, pregos e arames farpados.

Os prejuízos causados por parasitas são enormes, pois acarretam marcas características na pele, além de abscessos, atrasos no crescimento e diminuição da produção de leite e carne.



Figura 2.1 – Marcas de parasitas em pele

### 2.2.2 Defeitos causados na esfola

Uma má esfola pode conduzir a peles de formato defeituosos podendo desvalorizar a matéria-prima.



Figura 2.2 – Couro com esfola incorreta (defeituosa)

### 2.2.3 Defeitos originados durante o processamento da pele

Tanto as operações de conservação como as operações de ribeira, curtimenta e acabamento podem produzir defeitos. Uma operação de ribeira mal conduzida pode provocar flor solta, precipitação de carbonato de cálcio sobre a flor, soltura ou rompimento da flor, etc. No material piquelado e curtido que é armazenado desta forma pode ocorrer formação e desenvolvimento de bolores que podem provocar manchas e alterações irreversíveis.

## 2.3 Conservação das peles

A pele após ser retirada do animal é semelhante a carne e começará a decompor-se, pelo que é necessário tomar certas precauções para travar este processo.

Assim que as peles tenham sido retiradas dos animais e devidamente refrigeradas, deve-se avançar rapidamente com o processo de conservação.

Existem vários processos, através dos quais se torna possível deter ao máximo o processo natural de degradação da pele, conservando-a.

Estes processos, normalmente designados por processos de conservação por tempo limitado, consistem numa desidratação mais ou menos importante da pele. Quando devidamente realizados, travam o processo de putrefação e permitem manter uma pele em boas condições, até que seja dado início à sua transformação numa fábrica de curtumes.

A conservação tem por finalidade interromper a decomposição da matéria-prima, conservando-a até ao início do processamento. Este processo baseia-se na desidratação da pele impedindo o desenvolvimento bacteriano e a ação enzimática. Existem várias possibilidades, mas numa conservação de melhor qualidade geralmente é utilizado o sal. A desvantagem da sua utilização refere-se à enorme quantidade a ser utilizada, ocasionando problemas de poluição. Também são utilizados outros conservantes como agentes antissépticos.



Figura 2.3 – Operação de salga de couros

Das várias possibilidades de conservação por tempo limitado de uma pele, o sistema mais difundido nos países desenvolvidos, por eficácia e economia, é o de conservação por salga, utilizando sal comum (cloreto de sódio) em grão e dispondo as peles em pilha.

A salga em pilha com sal de grão é realizada quando já se dissipou a maior parte do calor natural das peles.

Estas estendem-se no chão, com o lado de carne para cima, e espalha-se o sal, formando uma pilha em que se alternam peles com camadas de sal.

Este é de todos os sistemas de conservação por tempo limitado, aquele que, quando devidamente aplicado, proporciona peles de melhor qualidade. Contudo, um incorreto procedimento de salga pode originar vários defeitos de origem microbiológica, bem como de origem química.

Utiliza-se predominantemente nos países mais desenvolvidos em todos os tipos de peles, enquanto nos países menos desenvolvidos utiliza-se principalmente nas de bovino.

A solução de salmoura (ou salmoira), que contém uma pele salgada, inibe a ação de autólise das enzimas da pele, provavelmente por efeito salino e além disso evita o desenvolvimento das bactérias de putrefação.

As peles salgadas bem armazenadas em ambientes frios podem-se guardar durante 2 a 3 anos, ainda que não seja conveniente chegar a um período de conservação tão prolongado.

Os defeitos que ocorrem em peles salgadas são originados por bactérias halófilas e pelo sal utilizado quando contaminado com impurezas tais como sais de magnésio. Em ambos os casos são apreciáveis manchas de diferentes cores. Daí a importância das características do sal usado.

### **2.3.1 Características do sal**

O sal comum tem uma riqueza em cloreto de sódio que varia entre 70 e 98 %.

No mercado existem principalmente dois tipos de sal comum: o sal marinho e o sal de mina, os quais se comercializam em diversos tamanhos.

O sal marinho, como o nome indica, obtém-se da água do mar a qual tem uma riqueza de cloreto de sódio de aproximadamente 3 %, que depois por evaporação da água, se faz uma concentração desse cloreto de sódio. Devido à presença de bactérias na água do mar, o sal marinho tem cerca de 20 a 200 bactérias por grão.

O sal de mina encontra-se na natureza já cristalizado, sendo extraído pelo sistema de extração típico das minas. Bacteriologicamente este tipo de sal pode considerar-se estéril. Com frequência encontra-se contaminado com outros sais e resíduos terrosos. As peles conservadas com este sal apresentam um lado de carne sujo, devido às impurezas terrosas que acompanham este sal.

O sal comum contém como principais impurezas sulfatos e cloretos de cálcio e magnésio assim como sulfato sódico. Os cloretos de cálcio e magnésio são produtos higroscópios, que com o tempo húmido humedecem o sal, por absorção da água do meio ambiente.

Na conservação de peles por salga, tem grande importância o tamanho de grão do sal comum utilizado.

Se o grão é demasiado grosso demorará mais tempo a dissolver-se, obtendo-se nas etapas iniciais da conservação uma quantidade insuficiente de cloreto de sódio na pele, o que prejudicará a sua conservação.

Por outro lado, se o sal é excessivamente fino, tem o inconveniente de que em ambiente húmido forma torrões, os quais se dissolvem lentamente, apresentando os mesmos inconvenientes que o sal de grão grosso.

Esta temática é de tal forma importante que o procedimento adequado de conservação por salga se encontra internacionalmente definido.

### **2.3.2 Normalização do método de salga de peles**

Foi criada e adotada pela ISO - International Organization for Standardization - (Organização Internacional para a Normalização) uma norma internacional que define o método para a salga de peles.

Trata-se da norma internacional ISO 2821 - Leather - Raw hides of cattle and horses - Preservation by stack salting, específica para bovinos e equinos.

A referida norma internacional, específica para a salga de bovinos e equinos, define:

- Antes da salga recortar as peles, retirando as zonas desnecessárias;
- Eliminar os depósitos de sangue e esterco nas peles, através da lavagem destas;
- Eliminar o excesso de depósitos de gordura e carne nas mesmas;
- Após o arrefecimento, lavagem e escorrimento das peles, estas sejam salgadas rapidamente, não devendo tal tardar mais do que 5 horas após ter decorrido a esfola, e tendo a temperatura ambiente em consideração;
- Seja utilizado sempre sal novo e nunca sal usado;
- A quantidade de sal a aplicar seja a adequada e suficiente;
- O sal cumpra o nível de pureza indicado, devendo ser livre de impurezas, como ferro, por exemplo;
- Sejam misturados produtos antissépticos ao sal, sendo dados alguns exemplos de misturas;
- O sal a aplicar deverá obedecer a uma determinada granulometria adequada, dependendo das peles a salgar;
- As pilhas de peles formadas, não deverão ter uma altura excessiva, a qual varia dependendo do tipo de pele e de condições de temperatura ambiental;
- Exista uma drenagem adequada da salmoura que se forma, para que não se estanquem líquidos;
- A temperatura ambiente, durante o processo de salga, seja de aproximadamente 10°C;

- As peles sejam mantidas nas pilhas, durante pelo menos 15 dias.

Resumidamente, a quantidade de sal a aplicar deve ser aproximadamente 50% do peso das peles.

Para uma conservação ótima devem-se observar as seguintes especificações: pureza do sal: 98 a 99%, granulometria: 1 a 3mm, armazenamento das peles: 7 a 10°C, humidade relativa na câmara de armazenamento: 85 a 90%, bem como as seguintes boas práticas para a realização do processo de salga a seco com sal em grão:

- O piso deve ser de cimento, revestido com uma camada de sal.
- Nesta seção não devem existir canalizações que possibilitem a condensação de água e gotejamento sobre as peles.
- A pilha deve ser feita com o pelo voltado para baixo.
- As peles devem ser intercaladas com sal até no máximo 1,5 m de altura, para peles bovinas e 0,65 m para peles de pequeno porte.

Quando a salga não é realizada tendo em atenção estas indicações, ou é aplicado um incorreto procedimento de salga, podem-se originar vários defeitos de origem microbiana, bem como de origem química.

Nos possíveis defeitos originados pelo processo de conservação por salga, existem aqueles diretamente relacionados com o sal utilizado.

### **2.3.3 Defeitos originados pelo sal, durante a conservação da pele**

#### **2.3.3.1 Manchas de sal**

##### **2.3.3.1.1 Danos e defeitos**

Este tipo de defeito é observável sob a forma de manchas de cor amarelada a acastanhada.

Caracterizam-se por um endurecimento do tecido fibroso, de forma mais ou menos incrustada na pele. Podem apresentar-se tanto no lado de carne, como no lado de flor ou ainda no interior da pele. O endurecimento das fibras produz-se pela deposição de sais minerais.

Normalmente este tipo de manchas só aparece quando a salga foi deficiente. Praticamente não se formam quando a salga foi feita usando sal e antisséptico.

Daí pode-se concluir que as manchas de sal não são um problema só de tipo químico, mas que também contribuem para ele, as bactérias que se desenvolvem na pele devido a uma má conservação.

As bactérias contribuem para a formação de manchas de sal ao decomporem constituintes da pele que libertam iões fosfato e carbonato. Estes, por sua vez, reagem com os iões cálcio que impurificam o sal, originando as incrustações salinas localizadas.

Durante as operações de fabrico e transformação da pele, estas alteram a sua coloração inicial, passando a apresentar uma coloração verde escura.

#### 2.3.3.1.2 Prevenção / Tratamento

Os danos por manchas de sal podem evitar-se, respeitando as indicações que a norma ISO 2821 define, relativamente ao sal a aplicar.

#### 2.3.3.2 Picadas de sal

##### 2.3.3.2.1 Danos e defeitos

Este defeito manifesta-se no lado de flor e por conseguinte, apenas se torna visível durante o processo de transformação das peles. Apresenta-se sob a forma dumas borbulhas, as quais se formam no interior da pele por decomposição de sais insolúveis. Estes são normalmente sais que contêm na sua composição fosfato, magnésio e eventualmente cálcio. A parte externa da flor pode chegar a estalar como consequência da cristalização. Os cristais que formam as “picadas de sal” podem ter o tamanho mais diverso e ao estarem formados por sais insolúveis aparecem mesmo no couro acabado.

Este defeito acontece quando o sal de conservação contém um elevado teor de impurezas e a conservação é deficiente. O fosfato pode proceder do sangue e da decomposição de diversas partes da pele.

O sal marinho contém em geral maior quantidade de magnésio que o de mina, sendo portanto mais propenso a produzir este defeito.

##### 2.3.3.2.2 Prevenção / Tratamento

Os danos por picadas de sal podem evitar-se, respeitando as indicações que a norma ISO 2821 define, relativamente ao sal a aplicar.

#### 2.3.3.3 Manchas metálicas

##### 2.3.3.3.1 Danos e defeitos

É conhecido que o ferro pode produzir manchas sobre os couros. O ferro sob determinadas formas pode inclusivamente causar graves interferências no processo de transformação de uma pele.

As zonas manchadas com ferro podem impedir a separação do cabelo durante a depilação.

As manchas de ferro são visíveis na superfície do couro, normalmente como manchas de coloração negra ou negra azulada, podendo ser superficiais, estar incrustadas ou chegar mesmo a atravessá-lo.

O sal de mina contém em geral impurezas de ferro, sendo portanto mais propenso a produzir este defeito.

##### 2.3.3.3.2 Prevenção / Tratamento

Os danos por manchas de sal podem evitar-se, respeitando as indicações que a norma ISO 2821 define, relativamente ao sal a aplicar.

#### 2.3.3.4 Colorações

##### 2.3.3.4.1 Danos e defeitos

No lado de carne das peles salgadas observam-se com relativa frequência colorações avermelhadas e em alguns casos violáceas.

Foram feitos estudos para determinar a origem destas colorações e concluiu-se de que podiam ter diversas origens. Contudo, a mais importante relaciona-se com algumas bactérias que suportam certas concentrações de sal comum - bactérias halófilas.

Estas bactérias desenvolvem-se muito lentamente e sendo aeróbias, o seu efeito sobre as proteínas da pele é muito reduzido, mas o que é importante, é que quando estas são visíveis geralmente estão acompanhadas por outras, incolores, ou cujas colorações são menos vistosas, mas que têm uma ação destrutiva das proteínas mais efetiva.

O facto do lado de carne estar contaminado induz a pensar que o lado de flor também poderá estar, não sendo normalmente observável por estar coberto de pêlo. Assim, a presença de colorações avermelhadas é um indício de que a conservação foi deficiente.

##### 2.3.3.4.2 Prevenção / Tratamento

Este defeito pode evitar-se, respeitando as indicações que a norma ISO 2821 define, relativamente ao sal a aplicar.

### **2.3.4 Outros defeitos originados durante a conservação da pele**

#### 2.3.4.1 Aquecimento

Conforme já anteriormente referido, um incorreto procedimento de salga pode originar vários defeitos de origem microbiana, bem como de origem química.

Um deles relaciona-se com a temperatura ambiente durante a salga e posterior armazenamento. Este normalmente é designado por “aquecimento”. Este termo é usado para descrever o fenómeno que às vezes ocorre nas peles salgadas, nas quais se produz uma elevação da temperatura no interior da pilha de peles durante o tempo de salga ou no posterior armazenamento.

##### 2.3.4.1.1 Deteção do “aquecimento”

Para comprovar se numa pilha existe aquecimento, deve comparar-se a temperatura da parte interna da pilha com a da zona externa; se existe diferença considerável de temperatura, pode-se assegurar que a pilha está em “aquecimento”. O calor que se produz durante o “aquecimento” não deve confundir-se com o calor natural da pele no momento da esfolagem, ainda que seja importante que a pele se encontre à temperatura ambiente antes de iniciar a conservação, já que se a iniciamos com peles quentes favorece-se o processo de “aquecimento” destas.

Quando se deteta o aquecimento de uma pilha de peles e tanto melhor quanto menos pronunciado seja, é aconselhável desfazer a pilha, dissipar o calor, repor algum sal em grão sobre o lado de carne e voltar a empilhar as peles.

#### 2.3.4.1.2 Fatores de influência

Os principais fatores que favorecem o aquecimento são:

- Refrigeração insuficiente da pele no período que medeia entre a esfola e o início do tratamento de conservação;
- Demasiado tempo entre a esfola e o início do tratamento de conservação das peles - a norma ISO 2821 recomenda como máximo 5 horas e devendo-se ter em consideração a temperatura ambiental;
- Temperatura ambiente superior a 12 - 15°C, durante a conservação ou posterior armazenagem;
- Humidade relativa elevada durante a conservação ou posterior armazenagem;
- Conservação deficiente, quer pela quantidade e/ou pela qualidade do sal aplicado;
- Presença de um elevado grau de contaminação de excrementos nas peles, que faz com que hajam zonas que atuem como focos de infeção, ficando incorretamente salgadas e se deteriorem com facilidade;
- Drenagem insuficiente da pele, permitindo que se estanquem líquidos;
- Formar pilhas muito altas que dificultam a dissipação do calor, por a pilha ficar mais compacta devido à maior pressão.

#### 2.3.4.1.3 Danos e defeitos

Os defeitos devidos ao “aquecimento” são similares aos provocados por putrefação. São observáveis como uma ligeira depressão da superfície da pele, ou como uma perda total da capa superior da pele curtida, dependendo da gravidade do dano.

Se o dano se situa no bordos da zona do ventre ou nas patas, a perda de qualidade e de valor da pele será parcial, contudo se a pele apresenta um dano extenso por “aquecimento”, afetando as partes mais valiosas da pele, pode resultar numa perda total para o curtidor.



Figura 2.4 – Pele de ovino “aquecida”



Figura 2.5 – Pele de bovino “aquecida”

#### 2.3.4.1.4 Prevenção / Tratamento

Durante o processo de conservação e na posterior armazenagem das peles salgadas, os danos por “aquecimento” podem evitar-se:

- Utilizando apenas sal novo e de qualidade apropriada em termos de pureza e granulometria;
- Aplicando uma quantidade adequada de mistura sal/antissépticos;
- Fazendo pilhas de peles com uma altura máxima de 1,5 m, para peles bovinas e 0,65 m para peles de pequeno porte;
- Garantindo uma drenagem adequada da salmoura que se forma, para que não se estanquem líquidos;
- Mantendo uma temperatura ambiente máxima de aproximadamente 10°C; no entanto, em termos da posterior armazenagem das peles salgadas, o ideal é que esta ser próxima aos 4 - 5°C;

Mantendo as peles salgadas armazenadas em ambiente não muito húmido, preferencialmente num local ligeiramente ventilado e de baixa luminosidade.

### 3. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CURTUMES

#### 3.1 Descrição do processo produtivo

A pele, matéria-prima da indústria de curtumes, resulta da matança do animal, sendo obtida através da esfolagem, manual ou mecânica. Após a esfolagem, a pele deve ser submetida imediatamente a um processo de conservação temporário, que pode ser efetuado de várias formas.

As formas de conservação temporárias mais comuns são a salga, a secagem ou um tratamento misto. Depois de sujeita a este tratamento, a pele fica em condições de ser comercializada e transportada para a fábrica de curtumes, onde será transformada.

O tipo de peles trabalhadas na indústria de curtumes é variado, estando o mesmo relacionado com o animal de que resultam. Os bovinos têm a maior fatia do sector seguidos dos ovinos e dos caprinos. Outros tipos de peles são trabalhadas em fábricas de curtumes mas não apresentam quantidade significativa.

A transformação da pele em bruto até ao produto acabado envolve um conjunto de operações físico-químicas e mecânicas cuja descrição genérica se apresenta de seguida.

##### 3.1.1 Receção

As peles, normalmente compradas no estado verde salgado (peles em bruto submetidas a um processo de conservação por sal após a esfolagem), são rececionadas através de um controlo adequado da sua qualidade, do peso total e do peso por pele.

Após a receção e quando necessário as peles são aparadas, sendo então constituídos lotes com base na origem das peles e no seu peso por peça.



Figura 3.1 – Pilha de peles em bruto, conservadas através da salga

### 3.1.2 Ribeira

Nesta fase, a pele é submetida a uma série de processos físico-químicos e operações mecânicas com o objetivo de a preparar para o curtume.

Os principais processos são:

#### 3.1.2.1 Molho

Tratamento da pele em banho aquoso por forma a hidratá-la e eliminar sujidades, sangue, sal, bosta, etc. A duração deste processo pode variar entre 6 e 48 horas e os produtos químicos mais utilizados são tensoativos, eletrólitos, enzimas e bactericidas.

#### 3.1.2.2 Caleiro

Tratamento da pele em meio alcalino de modo a proceder à sua depilação (caso desejada) e ao relaxamento da sua estrutura fibrosa. A duração deste tratamento pode variar entre 16 e 48 horas e os produtos químicos mais utilizados são hidróxido de cálcio, sulfureto de sódio, sulfidrato de sódio e enzimas. No final deste tratamento a pele apresenta um pH de aproximadamente 12.

#### 3.1.2.3 Descarna mecânica

Remoção mecânica das gorduras aderentes à pele e do tecido subcutâneo, por meio de um rolo de lâminas.

Depois de efetuada a fase de Ribeira as peles encontram-se no denominado estado tripa.



Figura 3.2 – Operação de descarna

### 3.1.3 Curtume

As peles em tripa seguem para a fase do curtume onde são tratadas de modo a ficarem termicamente estáveis e resistentes à putrefação. Esta fase consiste basicamente nos seguintes processos:

#### 3.1.3.1 Desencalagem

Abaixamento do pH da pele efetuado em banho aquoso e pelo emprego de sais de amónio, bissulfito de sódio e ácidos fracos. Esta operação tem uma duração que varia entre 20 e 120 minutos. O pH da pele no final do tratamento é de aproximadamente 8.

### 3.1.3.2 Purga

Tratamento normalmente efetuado no mesmo banho da desencalagem com o fim de relaxar a estrutura da pele e eliminar restos de epiderme, pelo e gorduras.

Nesta operação são utilizadas enzimas (mistura de proteases e lipases). Esta operação é sempre seguida de uma ou duas lavagens e a sua duração pode variar entre 15 e 60 minutos.

### 3.1.3.3 Piquelagem

Tratamento com cloreto de sódio e ácidos em banho aquoso de modo a reduzir o pH da pele para valores entre 2,5 e 4,5, dependendo do agente de curtume a empregar de seguida. Esta operação prepara a pele para receber o agente de curtume e tem ainda a importante ação de interromper definitivamente a purga. A duração desta operação pode variar entre 4 e 12 horas.

### 3.1.3.4 Curtume

Tratamento, normalmente efetuado no mesmo banho da piquelagem, com o agente de curtume adequado, de modo a conferir à pele estabilidade térmica, resistência e outras propriedades específicas de cada caso.

Em alguns casos (normalmente peles de ovinos), esta operação é precedida de um desengorduramento. O curtume pode ser mineral ou orgânico; no primeiro usa-se para tal sais de crómio, titânio, alumínio, etc. ou orgânico.

No segundo, entre os vários curtumes orgânicos salienta-se o curtume vegetal efetuado com extratos vegetais. A duração do curtume pode variar entre 10 horas (mais usual) e algumas semanas (caso do curtume para produção de sola).

### 3.1.3.5 Escorrimento

Operação mecânica em que a pele é espremida para eliminação de parte da água nela contida.

Nesta fase a pele é internacionalmente designada por wet-blue, no caso de curtume a crómio, ou wet-white, no caso de curtume isento de crómio.



Figura 3.3 – Pilha de peles em estado wet-blue

### 3.1.4 Recurtume

O recurtume é como é normalmente designado um conjunto de operações químicas posteriores ao curtume; este é efetuado em banho aquoso e é precedido de duas operações mecânicas em que se acerta a espessura da pele para a correspondente à pretendida para o artigo a produzir. São estas as seguintes:

#### 3.1.4.1 Divisão

Nesta operação, a pele curtida é dividida pela espessura em duas partes através de uma lâmina de aço. A parte principal é a pele propriamente dita, cuja espessura se pretende acertar; a outra parte (lado da carne) é ainda aproveitada após uma adequada aparelhação. A operação de divisão também pode ser efetuada com a pele em tripa.

#### 3.1.4.2 Rebaixamento

Não sendo a operação de dividir suficientemente precisa, a pele é então submetida ao rebaixamento que consiste em raspar a pele do lado da carne (carnaz) através de um rolo de lâminas com o fim de acertar a espessura para o valor pretendido.

De seguida a pele é submetida a vários tratamentos em meio aquoso com o objetivo de lhe conferir características muito próprias como textura, cor, aptidão para a lixagem (operação de acabamento), etc.

Os tratamentos referidos são os seguintes:

#### 3.1.4.3 Neutralização

Eliminação do ácido livre contido na pele e ajuste do pH para valores que permitam os tratamentos posteriores (4,5 a 6,0). Os produtos químicos mais utilizados nesta operação são o formiato de sódio e o bicarbonato de sódio. A neutralização pode durar ente 30 e 120 minutos.

#### 3.1.4.4 Recurtume

Utilização de produtos químicos de modo a conferir ao couro a textura pretendida e certas características como aptidão para a lixagem, enchimento, etc. Os produtos químicos utilizados são sais minerais, resinas acrílicas, resinas de ureia-formol, resinas estireno-maleico, extratos vegetais, taninos sintéticos, etc. A duração desta operação pode variar entre 1 e 4 horas.

#### 3.1.4.5 Tingimento

Utilização de corantes apropriados de modo a obter a cor pretendida, quer superficialmente quer através da espessura da pele. Duração: 20 a 60 min

#### 3.1.4.6 Engorduramento

Utilização de gorduras de base animal, vegetal e sintética com o fim de lubrificar as fibras conferindo resistência e maciez ao couro. Duração: 30 a 90 min.

Estas operações podem ser precedidas de lavagens efetuando-se quase sempre uma lavagem final.

A partir desta fase acabam os processos físico-químicos em meio aquoso; estes processos ocorrem numa máquina tipo tambor rotativo, designada por fulão.



Figura 3.4 – Fulão

### 3.1.5 Secagem e preparação para o acabamento

Sendo o processo de tinturaria o último efetuado em meio aquoso, é necessário proceder à secagem das peles. Nesta fase, as peles são submetidas a diferentes operações, entre as quais:

#### 3.1.5.1 Estiramento

As peles são espremidas e, simultaneamente, alisadas (estiradas) numa máquina apropriada reduzindo-se assim a sua humidade e atenuando-se as rugas e outras irregularidades.

#### 3.1.5.2 Secagem

Redução da humidade da pele através da secagem por vazio, aérea ao ar ambiente, em túnel ou estufa, etc. Esta operação é extremamente importante e varia muito com o tipo de curtume. As condições de operação do secador de vazio são variáveis, sendo comum a temperatura variar entre 50°C e 70°C e o tempo entre 1 e 5 minutos.

Depois de seca, a pele é amaciada ou aberta, em diferentes tipos de máquina, sendo a mais comum a que funciona através de um movimento de martelos que simultaneamente bate a pele e a estica.

Nesta fase a pele é normalmente designada por crust.



Figura 3.5 – Secador de vazio



Figura 3.6 – Secagem de peles em transportador aéreo às condições ambientais



Figura 3.7 – Secagem de peles em transportador aéreo com estufa

### 3.1.6 Acabamento

A pele é então submetida a uma série de operações mecânicas e à aplicação de composições apropriadas com o fim de a tornar mais resistente superficialmente, de a valorizar melhorando o seu aspeto e de lhe conferir os efeitos pretendidos.

Descrevem-se de seguida algumas dessas operações:

#### 3.1.6.1 Lixagem

Ação de uma lixa apropriada sobre a superfície da pele, para conferir um aspeto característico do artigo em causa ou preparar a pele para aplicações de acabamento posteriores, aumentando a superfície de contacto.

#### 3.1.6.2 Prensagem

Aplicação de pressão em prensa aquecida, de pratos ou contínua, para conseguir certos efeitos superficiais, tais como brilho, tato, gravação, etc.

A aplicação das composições de acabamento pode ser efetuada de várias formas conforme o artigo em causa e o objetivo pretendido: pulverização à pistola, cortina, através de rolos, etc. No final deste processo a pele encontra-se acabada.

## 3.2 Melhores Técnicas Disponíveis – MTD

**MTD** é sigla para **Melhor Técnica Disponível**. Nos capítulos que se seguem são apresentadas várias técnicas / tecnologias que permitem uma melhor performance ambiental, gerando também ganhos económicos, diretos ou indiretos, por via de redução do consumo de energia, maior facilidade de valorização de resíduos, redução do consumo de água e produtos químicos, incremento na qualidade do artigo final, entre outros.

Existem vários documentos de referência com descrição das MTD's aplicáveis ao setor de curtumes. Um deles foi criado no âmbito da implementação do Plano Europeu de Prevenção e Controlo da Poluição, regido pela diretiva europeia 2010/75/EU. O documento propriamente dito é designado BREF, que no caso do setor de curtumes se intitula "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins".

Outro documento que também foi consultado no presente trabalho foi o Guia Técnico criado no âmbito do PNAPRI – Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais. Refere-se que o CTIC participou nos grupos de trabalho que deram origem a estes documentos.

Foram selecionadas para inclusão no presente guia, MTD's descritas nos documentos atrás referidos e outras que resultam da experiência de campo da equipa técnica do CTIC.

Todas as MTD's aqui incluídas têm aplicação industrial comprovada, estando em prática em várias unidades fabris, nacionais ou do resto do Mundo.

O quadro seguinte resume as principais MTD's descritas na literatura e/ou que resultam do conhecimento e experiência de aplicação no terreno por parte da equipa técnica do CTIC. De todas estas tecnologias, encontra-se depois uma descrição mais pormenorizada das que apresentam um maior potencial de aplicação.

Tabela 3.1 – Resumo das principais MTD's

<b>Tecnologia</b>	<b>Potencial de aplicação / Real interesse da tecnologia</b>	<b>Principais vantagens</b>	<b>Principais constrangimentos</b>
Processos de conservação alternativos à salinização	Baixo	Menor carga poluente dos efluentes de remolho.	A conservação no frio é cara. A implementação desta tecnologia envolveria uma reconversão ao nível dos fornecedores.
Remoção de sal antes do remolho	Moderado	Reutilização do sal usado, após tratamento, na operação de piquelagem, gerando menor carga poluente do efluente de remolho e evitando a compra de sal ou salmoura. Para uma produção acima de 2.000 ton couro salgado por ano o investimento paga-se em cerca de 4 anos.	Envolve investimento em equipamento.
Reutilização de efluentes de lavagem no remolho	Elevado	Permite a diminuição do consumo de água e consequentemente da quantidade de efluente gerado. O investimento em equipamentos é baixo.	Nada a assinalar.
Descarna em verde	Moderado	Permite a valorização material de resíduos sólidos da descarna. O facto da raspa daqui resultante não estar contaminada com sulfuretos, permite a sua valorização através de processos químicos mais simples, e sem consequências nefastas (corrosão) para os equipamentos onde estes ocorrem.	Quando o couro é curtido integral, ou seja, sem divisão em tripa, a descarna em verde não é suficiente, sendo necessária uma nova descarna, em tripa, para promover uma maior limpeza do carnaz. Isto gera constrangimentos produtivos, obrigando pelo menos a uma maior afetação de tempo de recursos humanos. O controlo da intensidade do pré-molho é muito importante. Caso a pele se encontre demasiado remolhada antes da descarna em verde, existe perigo real de gerar perdas na resistência da estrutura fibrosa.

Depilação sem destruição do pêlo	Moderado	Elevada poupança no consumo de produtos químicos no caleiro, gerando tempos curtos de retorno do investimento (filtros e outros equipamentos auxiliares). Diminuição da carga poluente do efluente de caleiro.	Dado tratar-se de processos que normalmente incorporam a dosagem de soda cáustica e enzimas, exigem um controlo processual mais apertado. Dificuldade em valorizar o resíduo sólido adicional que a implementação desta tecnologia gera: pêlo.
Depilação enzimática	Elevado	Poupança no consumo de produtos químicos. Diminuição da carga poluente do efluente de caleiro. A implementação desta tecnologia não envolve investimento em equipamento. Existe a possibilidade de se dar um impacto positivo na qualidade do produto final, dado que esta tecnologia gera menos raiz de pêlo, o que é importante especialmente para nubucks em cores claras.	Dado tratar-se de processos que envolvem a dosagem de enzimas, exigem um controlo processual mais apertado.
Sistemas de recirculação dos licores alcalinos de sulfureto após ultrafiltração	Baixo	Poupança no consumo de produtos químicos. Diminuição da carga poluente do efluente de caleiro.	A implementação desta tecnologia envolve investimento considerável em equipamento, sendo a manutenção deste equipamento complicada, dada a composição dos banhos que são tratados na ultrafiltração. Não existem casos de aplicação industrial desta tecnologia. Foi testada apenas em ambiente de laboratório.
Desencalagem com dióxido de carbono	Moderado	Diminuição da carga poluente dos efluentes da desencalagem. Diminuição do consumo de produtos químicos.	Dificuldade de implementação quando se trata de couros integrais pesados, sendo neste caso ainda necessária uma dosagem considerável de sulfato de amónio.
Piquelagem com redução de sal	Moderado	Diminuição da carga poluente dos efluentes de curtume. Não envolve o investimento em equipamentos.	Ligeiro aumento do custo com produtos químicos.

Processos de elevada exaustão de crómio	Moderado	Diminuição da carga poluente dos efluentes de curtume. Não envolve o investimento em equipamentos.	Ligeiro aumento do custo com produtos químicos.
Recirculação dos banhos de curtume	Moderado	Diminuição da carga poluente dos efluentes de curtume. Poupança no consumo de produtos químicos.	Investimento em equipamento industrial, embora o tempo de retorno deste investimentos seja curto. Processo mais complexo do que o tradicional, exigindo um maior controlo produtivo.
Curtume ecológico – alternativas ao crómio	Elevado	Aumento de valor acrescentado do produto, dada a procura no mercado por artigos que se diferenciem ao resultarem de um tratamento mais ecológico. Aumento da “limpeza” das cores mais claras, quando o tingimento é feito sobre esta base de curtume. Aumento das possibilidades de valorização dos resíduos sólidos curtidos, dado serem isentos de crómio.	Diminuição da resistência térmica do artigo final. Diminuição da resistência das cores, nomeadamente à fricção e a testes de migração em meio aquoso. Aumento do custo de processamento.
Boas práticas para prevenção da formação de crómio hexavalente	Elevado	A implementação destas boas práticas garante a prevenção da formação de crómio hexavalente, mesmo após envelhecimento. Isto sem incrementar de forma significativa os custos processuais nem gerar restrições no produto final.	Nada a assinalar.
Processos compactos de recurtume	Elevado	Diminuição significativa dos consumos de água, produtos químicos e energia. Diminuição da quantidade de efluente gerado. Diminuição do tempo de processamento.	Necessidade de cuidado especial na escolha dos produtos químicos, devido à necessidade de serem muito estáveis e compatíveis entre si.
Aplicação de acabamentos com tecnologias avançadas	Elevado	A utilização de pistolas HVLP permite uma considerável poupança no consumo de produtos de acabamento.	O custo das pistolas HVLP é superior ao das pistolas convencionais, assim como o custo dos consumíveis necessários à sua manutenção.

### **3.3 Ribeira**

#### **3.3.1 Remolho**

##### **3.3.1.1 Remoção de sal**

Os couros são rececionados na fábrica de curtumes em estado fresco ou conservados. A grande maioria das empresas recebe os couros conservados por salga.

Um dos problemas dos efluentes da ribeira é a sua elevada salinidade, um alto teor de cloretos. A possibilidade de recuperar o sal usado na conservação dos couros, evitando em parte a sua dissolução nas águas do remolho é uma técnica que, apesar de alguns constrangimentos, tem interesse no sentido de diminuir o impacte ambiental de uma unidade de ribeira.

Esta técnica consiste basicamente em bater os couros em seco, em equipamento próprio, libertando-os de parte do sal que contêm, sendo este separado.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

Parte do sal utilizado na salga dos couros é absorvida pela estrutura fibrosa da pele. Uma outra parte fica solta da fibra, e é esta que se recupera através da presente técnica, o que corresponde a 6 – 8 % da quantidade total de sal que o couro salgado contém.

A reutilização deste sal na conservação dos couros, tal qual, ou seja, sem qualquer tipo de tratamento, é desaconselhável, devido ao seu elevado grau de contaminação microbiológica e química – bactérias, proteínas e gorduras.

Mesmo para aplicação na piquelagem este sal não é adequado, se não for tratado, devido ao seu alto teor de proteína. Ao transportar esta proteína para o banho de piquelagem / curtume, dá-se um efeito de mascaramento do crómio, diminuindo o seu poder curtiente. A presença de gorduras naturais pode ainda gerar a formação de sabões de crómio, que trazem dificuldades no posterior tingimento.

Existem no entanto sistemas de filtração por membranas que permitem limpar e efetuar uma parcial esterilização de uma salmoura preparada a partir deste sal, que então pode ser usada na operação de piquelagem.

Esta solução permite resolver o maior constrangimento na aplicação da presente técnica, que é o destino a dar ao sal usado.

Apesar de constituir um resíduo sólido, grande parte dos aterros não o recebem, devido à sua elevada solubilidade. Mesmo recebendo-o, o respetivo custo torna a aplicação desta técnica pouco interessante.

#### VIABILIDADE ECONÓMICA

A implementação desta tecnologia envolve investimento em equipamento para bater os couros salgados e um sistema de filtração e esterilização de uma salmoura preparada a partir do sal usado.



Figura 3.8 – Equipamento para remoção de sal



Figura 3.9 – Equipamento para filtragem de sal recuperado

- Custo de investimento: 100.000 €

Tabela 3.2 – Resumo produção vs retorno investimento

Produção anual (ton couro salgado)	Sal recuperado (ton)	Custos de operação (€/ton sal recuperado)	Cotação do sal novo (€/ton)	Ganho anual (€)
500	25			6.875
2.000	100	25	300	27.500
5.000	250			68.750

- Tempo de retorno do investimento: Para uma produção a partir de 2.000 toneladas anuais de couro salgado, a implementação desta técnica gera o retorno do investimento em menos de 4 anos.

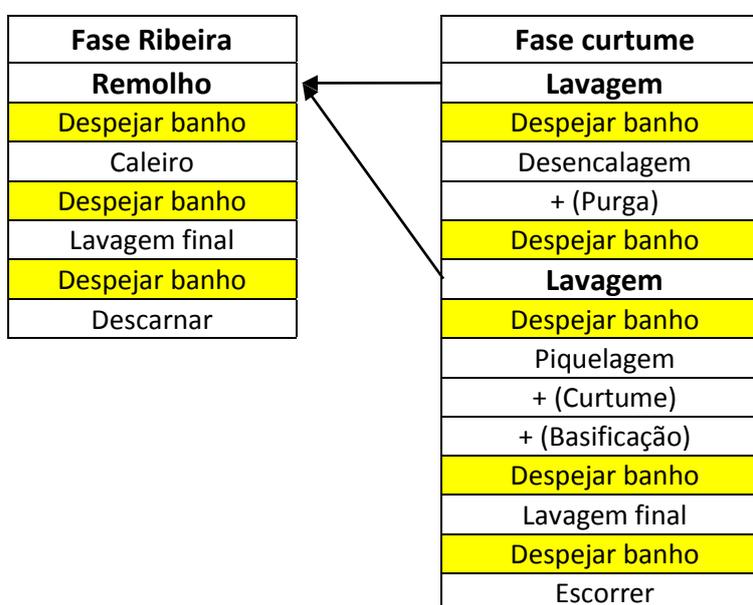
### 3.3.1.2 Reutilização de efluentes de lavagem no remolho

É tida como boa prática, que está já implementada nalgumas ribeiras nacionais, a utilização de efluentes de lavagens na fase de remolho. Tal procedimento traz poupanças significativas de água, sem qualquer prejuízo da qualidade das peles, caso estes efluentes apresentem os requisitos necessários.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

Aconselha-se reutilizar os efluentes da primeira lavagem a seguir à descarna em tripa e da lavagem a seguir à purga. O efluente destas duas lavagens pode ser misturado e armazenado em tanque de retenção a partir do qual se faz depois a alimentação ao *foulon* onde o remolho é efetuado. O seguinte esquema ilustra o que aqui é descrito, no caso de processamento de peles de bovino.

Tabela 3.3 – Esquemática da reutilização das águas de lavagem



Apresenta-se uma caracterização típica da mistura destes efluentes de lavagem, para ribeiras que trabalham peles de bovino, e relativamente aos parâmetros que permitem avaliar o seu potencial de utilização no remolho.

Tabela 3.4 – Caracterização do efluente

Parâmetro	Método de Ensaio	Resultado
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	NP 424:1966	9,5 × 10 <sup>2</sup> mg/L
Óleos e Gorduras	SMEWW 5520 B D:2005	2,3 × 10 <sup>2</sup> mg/L
Quantidade de microrganismos a 22°C	ISO 6222:1999	1,5 × 10 <sup>5</sup> N.º/mL
Quantidade de microrganismos a 22°C após 24 horas	ISO 6222:1999	1,4 × 10 <sup>6</sup> N.º/mL

Na tabela anterior, a dureza total é expressa em mg/L de CaCO<sub>3</sub>, embora seja mais comum a referência à dureza da água em graus franceses.

Sendo 1 grau francês (°Hf) equivalente 10 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, a dureza total das águas analisadas corresponde a 95°Hf.

Considera-se que uma água é muito dura acima de 30°Hf e sabe-se que quanto mais dura é a água, mais difícil se torna o processo de remolho, tornando-se portanto conveniente corrigir esta excessiva dureza, por exemplo pela dosagem de um polifosfato de sódio a cerca de 0,2% (sobre a massa de couro salgado a trabalhar). Isto será suficiente para reduzir a dureza da água até valores inferiores a 8°Hf, valor abaixo do qual se considera a água macia.

Relativamente ao parâmetro “Óleos e gorduras”, passa-se a explanar a abordagem a fazer. A pele na sua constituição natural (com um teor de humidade de cerca de 65%) tem cerca de 2% de gordura.

As peles são conservadas habitualmente por processos de desidratação, como é o caso da salga ou secagem, sendo armazenadas com cerca de 15% humidade.

Com este teor de humidade, o teor de gordura na pele será de cerca de 9%.

Estimando-se a dosagem, no remolho, de 100% a 200% de água sobre o peso de pele em bruto, e tendo os efluentes das lavagens cerca de 0,023% de gordura, estaríamos a introduzir sobre o peso de pele em bruto, no máximo, cerca de 0,046% de gordura, o que face ao teor de gordura natural da pele ( $\pm$  9%), não tem qualquer significado. Sendo assim, o teor de óleos e gorduras presente nas águas de lavagem não constitui impedimento à sua utilização na operação de pré-molho.

Relativamente à quantidade de microrganismos presentes nestes efluentes, a sua eliminação será o procedimento mais aconselhável, o que pode ser efetuado pela adição de um bactericida.

Testando-se a dosagem de 0,5 g/L de um bactericida catiónico – cloreto de benzalcónio – verifica-se plena eficácia do tratamento, conforme revelam os seguintes dados, resultantes da análise de efluentes de lavagem, após adição do referido bactericida, de acordo com o método de ensaio ISO 6222:1999:

- Quantidade de microrganismos a 22°C no efluente: 4 N.º/mL;
- Quantidade de microrganismos a 22°C no efluente, após 24h: 4 N.º/mL.

As águas de lavagem podem ser reutilizadas na operação de remolho, adicionando à formulação habitual os seguintes ativos (percentagens calculadas sobre o peso de couro em bruto):

- 0,2% de polifosfato de sódio;
- 0,1% de cloreto de benzalcónio.

### VIABILIDADE ECONÓMICA

A viabilidade económica desta tecnologia tem naturalmente que ser analisada caso a caso, e será função da produção da empresa e do que já existe nas suas instalações, em termos de equipamento, que possibilite a implementação.

Considerando os preços de mercado dos produtos químicos que é necessário adicionar no remolho e um custo mínimo de descarga na ETAR dos efluentes de ribeira de 4 €/m<sup>3</sup>, apresenta-se um caso hipotético, a título de exemplo:

- Necessidade de investimento em tanque de retenção, tubagens e bombas: 20.000 €;
- Poupança anual da empresa, considerando uma produção de 400 Ton/mês: 6.600 €.
- Tempo de retorno do investimento: cerca de 3 anos.

**É importante reter que a poupança por tonelada de couro trabalhado ronda 1,5 €.**

### 3.3.2 Descarna

#### 3.3.2.1 Descarna em verde

Tradicionalmente a descarna de couro bovino é efetuada após a operação de caleiro – descarna em tripa – dado que nesta fase a fibra já se encontra entumecida, apresentando a pele um certo inchamento, o que aumenta a exposição do tecido subcutâneo, sendo então mais facilmente removido na operação de descarna.

No entanto, a descarna em tripa gera um resíduo, designado raspa tripa, que pelo facto de ter um alto teor de cal e sulfuretos, gera graves constrangimentos à sua valorização material, deixando como única opção viável a deposição do referido resíduo em aterro.

Surge então a alternativa de efetuar a descarna em verde, em que a operação de descarna é realizada antes do caleiro, tendo a pele sido sujeita apenas a um ligeiro remolho.

Desta forma, o resíduo gerado – raspa verde – pode ser alvo de valorização material, por exemplo na produção de gelatinas e detergentes.



Figura 3.10 – Operação de descarna em verde

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A implementação da descarna em verde não exige investimento em equipamento industrial, dado que pode ser efetuada na mesma máquina que é usada para a descarna em tripa.

Para serem sujeitas à descarna em verde, as peles devem ser remolhadas de forma incompleta, dado que se a pele estiver completamente remolhada, e para que a descarna seja suficientemente efetiva, será necessário fechar demasiado a máquina, correndo sérios risco de atingir a substância dérmica, o que resulta habitualmente em barrigas mais abertas e ligeira perda de resistência mecânica.

Sendo assim, aconselha-se a realização de um pré-molho antes da descarna em verde, que deve seguir uma formulação semelhante à que se apresenta:

- 150%      Água a 28°C
- 0,1%      Tensioativo de ação molhante
- 0,3%      Bactericida

Tempo de operação: 10 minutos em baixa rotação; 1 hora em repouso; 2 horas em baixa rotação.

O facto de se efetuar a descarna em verde não invalida a necessidade de realizar nova descarna, em tripa. Aliás, tal é normalmente necessário dado que a pele não fica completamente limpa do tecido subcutâneo após apenas a descarna em verde.

Dependendo da forma como a unidade industrial está montada, este facto pode gerar ou não, constrangimentos produtivos. Habitualmente, o fluxo produtivo é o seguinte:

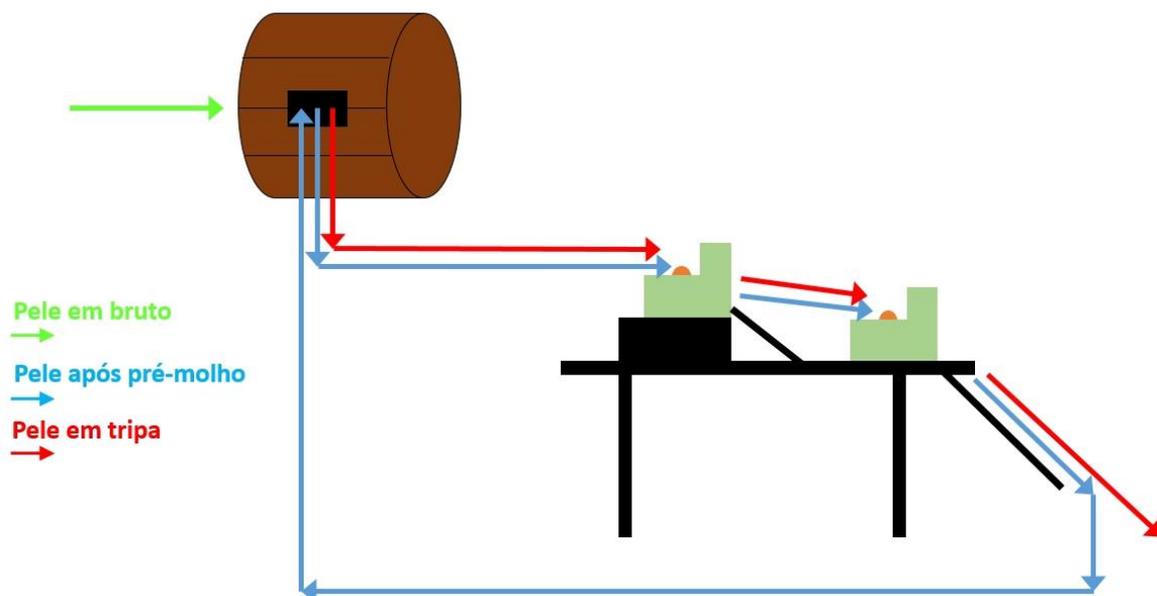


Figura 3.11 – Esquema de fluxo produtivo operações de descarna em verde / descarna em tripa

Durante a manhã, a linha de descarna está a descarnar as peles em tripa que ficaram no caleiro durante a noite anterior. De tarde, são descarnadas as peles resultantes do pré-molho, realizado durante a mesma manhã.

## VIABILIDADE ECONÓMICA

A viabilidade económica desta tecnologia tem que ser analisada caso a caso. Seguindo um esquema produtivo semelhante ao que foi atrás descrito, pode não ser necessário adquirir nova máquina de descarnar.

No entanto, seguramente será necessária mais mão-de-obra. Haverá ainda casos em que existe a necessidade de adquirir nova(s) máquinas de descarnar, cujo custo pode variar entre 100.000 € e 150.000 €.

### ➤ Benefícios ou ganhos:

- Valorização material do resíduo “raspa verde”, o que dificilmente acontece com o resíduo “raspa tripa”.
- Poupança global em produtos químicos na ribeira que se situará entre 10% a 20%, quando comparado com o processo normal.

### 3.3.2.2 Depilação sem destruição do pêlo

Esta técnica permite efetuar a depilação da pele em meio aquoso, sem destruição do pêlo, sendo este removido do banho por filtração. Desta forma é possível reduzir substancialmente a carga orgânica do banho de caleiro e potenciar uma eventual valorização do novo resíduo sólido que aqui é gerado: pêlo.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A depilação sem destruição do pêlo foi desenvolvida especificamente para o tratamento de peles de bovino.

O pêlo é constituído por queratina, uma proteína de elevada resistência, quando comparada com o colagénio, por exemplo. Ao longo do comprimento do pêlo o nível de “maturidade” da queratina é diferente, sendo baixo ao nível da raiz, o que gera nesta zona uma menor resistência da fibra.

A destruição da queratina é efetuada por via da ação de redutores fortes (sulfureto e sulfidrato de sódio), que destroem as pontes de enxofre que estão na sua composição. Bases fortes, como o hidróxido de sódio (soda cáustica) e o hidróxido de cálcio (cal apagada), permitem “imunizar” o pêlo, ou seja, dar-lhe uma maior resistência ao ataque químico dos agentes redutores.

Não obstante, a raiz continua frágil, sendo facilmente destruída por produtos como o sulfureto e o sulfidrato de sódio.

Sendo assim, o processo de depilação sem destruição do pêlo envolve uma formulação de caleiro que inicia com a imunização do pêlo através da dosagem de soda cáustica e/ou cal apagada.

Esta primeira fase deverá durar cerca de duas horas, sendo depois promovida a depilação na zona da raiz através da utilização de enzimas, sulfureto de sódio e sulfidrato de sódio. Ao longo do processo, o banho vai sendo filtrado, ficando aí retido o pêlo que entretanto se solta da pele.

Usualmente, esta técnica permite reduzir a quantidade de sulfureto utilizada, o que gera uma menor carga poluente no efluente.

Também o facto de o pêlo não ser solubilizado gera ganhos ambientais, reduzindo consideravelmente o CQO e o azoto no mesmo efluente. Nas imagens seguintes surge, a título de exemplo, o balanço de massas a um processo de caleiro tradicional, e ao equivalente, após aplicação desta tecnologia.

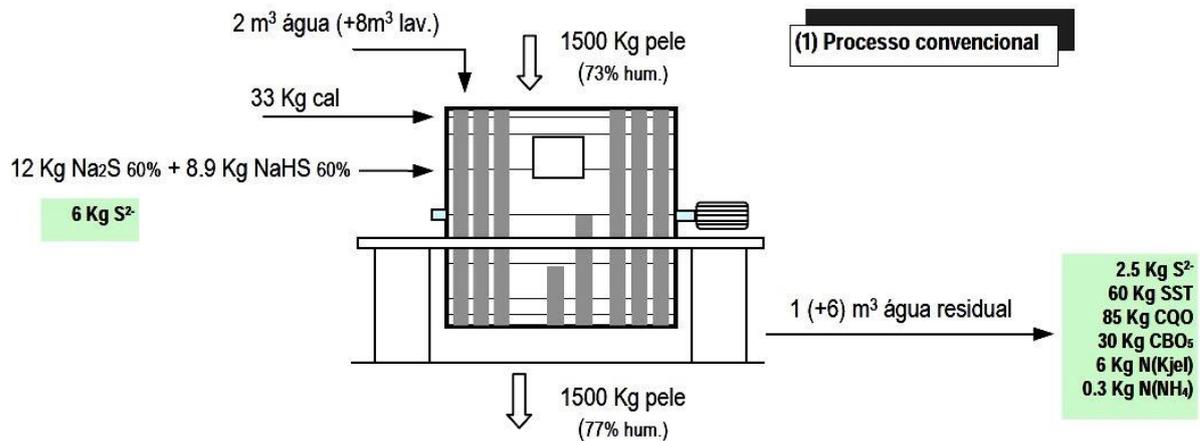


Figura 3.12 – Esquematização de processo de depilação/caleiro convencional

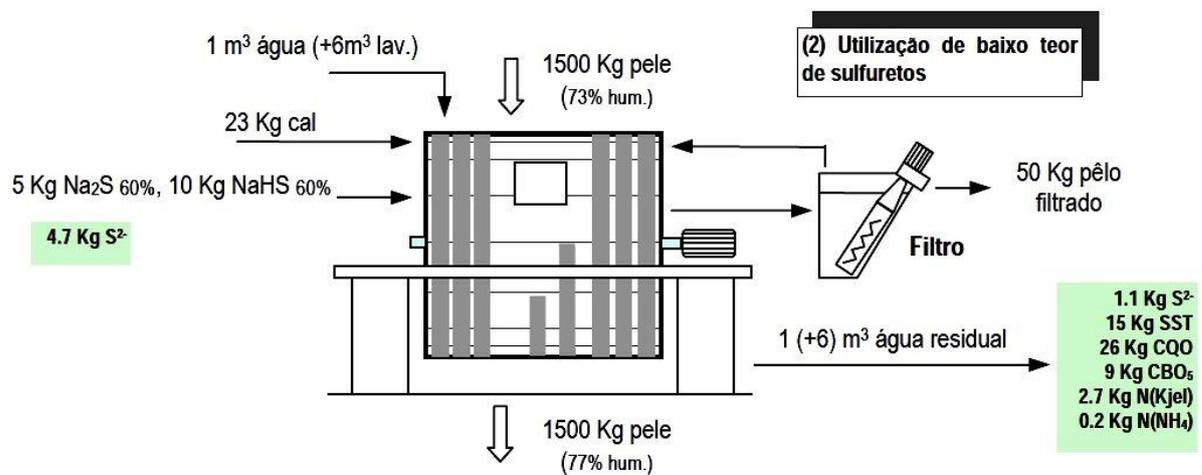


Figura 3.13 – Esquematização de processo de depilação/caleiro sem destruição de pêlo

### VIABILIDADE ECONÓMICA

A economia relativa à implementação dos processos de caleiro com recuperação do pêlo pode ser avaliada de uma forma genérica ponderando os custos adicionais e os benefícios resultantes da aplicação da tecnologia. Os custos e benefícios a considerar serão neste caso:

#### ➤ Benefícios ou ganhos:

- Poupança no consumo de químicos. A poupança em produtos químicos decorrente da aplicação desta tecnologia poderá variar entre 2 €/Ton e 10 €/Ton, dependendo do processo que cada empresa atualmente utiliza.

- Poupança nos custos de tratamento de efluentes e de deposição dos sólidos/lamas, devido à diminuição do volume tratado/depositado ou da carga poluente dos mesmos (CQO, CBO5, SST, N-Kjel)
- Eventual melhoria na qualidade ou quantidade de pele produzida (eventual aumento da área da pele). Não será considerado na avaliação económica devido ao facto de ser muito variável, dependendo da realidade de cada empresa.
- Venda do pêlo. Não será considerada na avaliação económica, devido ao facto de não existir atualmente no nosso país mercado conhecido para este potencial subproduto.

➤ Investimento:

- Compra e instalação de filtros e bombas para recirculação dos banhos e remoção do pêlo. A instalação de sistemas de filtragem do pêlo, por foulón, poderá variar entre 6.000 € e 10.000 €.

Apresenta-se a título de exemplo, o possível retorno para uma empresa que consiga poupar 4 €/Ton, que tenha três foulóns de caleiro e que produza 400 Ton/mês:

- Custo de investimento: 22.500 €;
- Ganhos com poupança em produtos químicos: 17.600 € /ano.
- Tempo de retorno do investimento: < 2 anos.

De salientar que nesta análise grosseira de viabilidade económica não foram considerados os ganhos ambientais, ou seja, a potencial redução do custo de tratamento dos efluentes.



Figura 3.14 – Equipamento de separação do pêlo

### 3.3.2.3 Depilação enzimática

Os dois principais objetivos do caleiro são o entumescimento das fibras e a depilação da pele.

Para tal são utilizados agentes redutores, como o sulfureto e o sulfidrato de sódio, assim como hidróxido de cálcio (cal apagada), tensoativos e outros auxiliares químicos, como os agentes antirruga.

O efluente resultante desta operação contém níveis de poluição elevados, sendo um dos principais problemas o alto conteúdo de sulfuretos.

Foi estudada e implementada em várias unidades industriais de ribeira a depilação por recurso a enzimas, permitindo diminuir consideravelmente a quantidade de sulfureto utilizada nestes processos.

Provou-se que na depilação enzimática é fundamental utilizar, não só queratinases, que atacam a proteína do pêlo, mas também amílases e lípases.

Em conjunto, estes três tipos de enzima geram uma ação sinérgica muito interessante, permitindo reduzir a quantidade de sulfureto a utilizar, e também contribuindo para uma drástica diminuição da raiz de cabelo, resultando em peles de maior qualidade, nomeadamente quando o objetivo final é a produção de cores claras, em artigos muito naturais.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação desta tecnologia terá que ser estudada caso a caso, de acordo com as especificidades da ribeira em que seja aplicada.

A título exemplificativo apresenta-se a experiência da aplicação da depilação enzimática numa ribeira nacional.

O processo habitual da empresa em causa, que trabalha peles de bovino, em pesos sempre superiores a 20 kg, envolvia a dosagem de 2,5% a 4% de sulfureto de sódio e a dosagem de cerca de 3% de cal apagada.

Após aplicação desta tecnologia a quantidade de sulfureto foi reduzida para 1 a 1,5% e manteve-se a quantidade de cal doseada.

Apresentam-se de seguida fotografias que tornam clara a ação das enzimas.

Este registo fotográfico foi em todas as partidas efetuado após 12h de caleiro, tendo sido as amostras sempre retiradas da zona do cachaço.



1,5% de cal apagada

1,5% de sulfureto de sódio



1,5% de cal apagada

1,5% de sulfureto de sódio

0,3% de queratinase



1,5% de cal apagada

1,5% de sulfureto de sódio

0,2% de queratinase

0,3% de amílase

0,3% de lipase

Figura 3.15 – Amostras de peles ensaiadas

A conjugação destas três enzimas conduz a uma melhor depilação da pele em tripa devido ao facto de existirem no folículo piloso ligações proteicas entre o pelo e a pele e também polissacarídeos e gorduras.

Estas enzimas devem ser aplicadas em conjunto, cerca de 30 minutos antes da primeira dosagem de sulfureto.

De seguida, deve ser aplicada a primeira dosagem de sulfureto, e posteriormente várias dosagens de sulfureto e cal.

A utilização de um produto antirruga junto com a primeira dosagem de sulfureto é também positiva.

Apesar de se ter verificado que 1,5% de cal é geralmente suficiente para obter uma boa depilação, considera-se que para que a fibra “abra” convenientemente é necessário uma dosagem de cal próxima dos valores convencionais, ou seja, de cerca de 3%.

### VIABILIDADE ECONÓMICA

A implementação desta tecnologia não envolve qualquer investimento em equipamento.

Pela introdução desta tecnologia é possível reduzir a dosagem dos seguintes produtos químicos, comparando com um processo tradicional:

Tabela 3.4 – Comparação de dosagens dum processo tradicional vs processo enzimático e poupança

Produto	Dosagem no processo tradicional (%)	Dosagem no novo processo enzimático (%)	Cotação do produto (€/kg)	Poupança para a produção anual de cerca de 100 toneladas de pele em bruto (€)
Sulfureto sódio	2,5	1,5	0,83	830,00
Sulfidrato sódio	1,0	0,0	0,98	980,00
Antirruga	1	0,5	1,90	950,00

A introdução das enzimas no processo de caleiro envolve um acréscimo de custo que se resume da seguinte forma:

Tabela 3.5 – Comparação dosagens processo tradicional vs processo enzimático e custo

Produto	Dosagem no processo tradicional (%)	Dosagem no novo processo enzimático (%)	Cotação do produto (€/kg)	Aumento de custo para a produção anual de cerca de 100 toneladas de pele em bruto (€)
Amilase	0,0	0,3	2,60	780,00
Lipase	0,0	0,3	2,95	876,00
Queratinase	0,0	0,2	1,97	394,00

Sendo assim, pela introdução do processo enzimático consegue-se uma poupança direta, na fase de caleiro, de **710,00 €**. No entanto, mais importante que este benefício direto é o benefício decorrente do aumento de qualidade que se obtém, eliminando os problemas associados à raiz de cabelo.

## **3.4 Curtume**

### **3.4.1 Desencalagem com CO2**

O dióxido de carbono, quando usado como desencalante, funciona como ácido fraco neutralizando o hidróxido de cálcio e gerando carbonato de cálcio, o qual passa posteriormente à forma solúvel, como bicarbonato.

A utilização do dióxido de carbono em substituição dos sais de amónio (processo convencional) diminui drasticamente a contaminação dos efluentes em termos de azoto amoniacal e sulfatos.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A desengalagem com dióxido de carbono pode ser aplicada a peles em tripa de espessura inferior a 3 mm.

No caso de peles de bovino a partir de 10 kg (peso em cabelo) é necessário proceder à sua divisão em tripa para que a aplicação desta tecnologia seja viável. É de qualquer modo aconselhável a adição de uma pequena quantidade de sais de amónio, cerca de 0,5%, para tornar o processo suficientemente célere.

De qualquer modo, o tempo de operação é sempre superior ao do processo convencional.

A quantidade de dióxido de carbono necessário para se efetuar a desengalagem depende da espessura da pele, podendo variar entre 10 kg e 20 kg por Ton. de pele salgada (1-2%).

Neste processo é conveniente a adição de água oxigenada após a injeção do dióxido de carbono, para promover a oxidação dos sulfuretos a sulfatos e evitar deste modo a formação de ácido sulfídrico.

A água oxigenada (0,1 a 1,5%) deve utilizar-se em excesso, uma vez que para além dos sulfuretos também é consumida na oxidação parcial das proteínas solúveis.

A injeção do CO<sub>2</sub> pode realizar-se de duas formas: diretamente no fulão usando um injetor/distribuidor ou por meio de um *venturi* acoplado a um sistema de recirculação do banho. No caso da injeção direta, os fulões devem ser adaptados por meio da introdução de uma campânula oval no seu interior, para proteção do injetor de outros gases que se forma durante o processo.

As duas figuras seguintes apresentam a redução esperada no teor de azoto amoniacal (N(NH<sub>4</sub>)) do efluente por aplicação desta tecnologia.

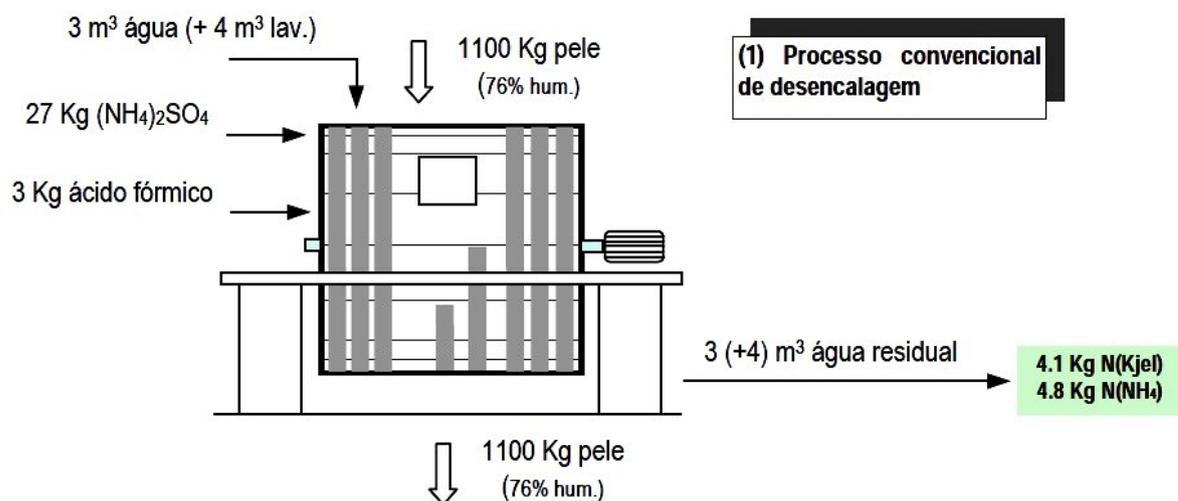


Figura 3.16 – Esquematização de processo de desengalagem convencional

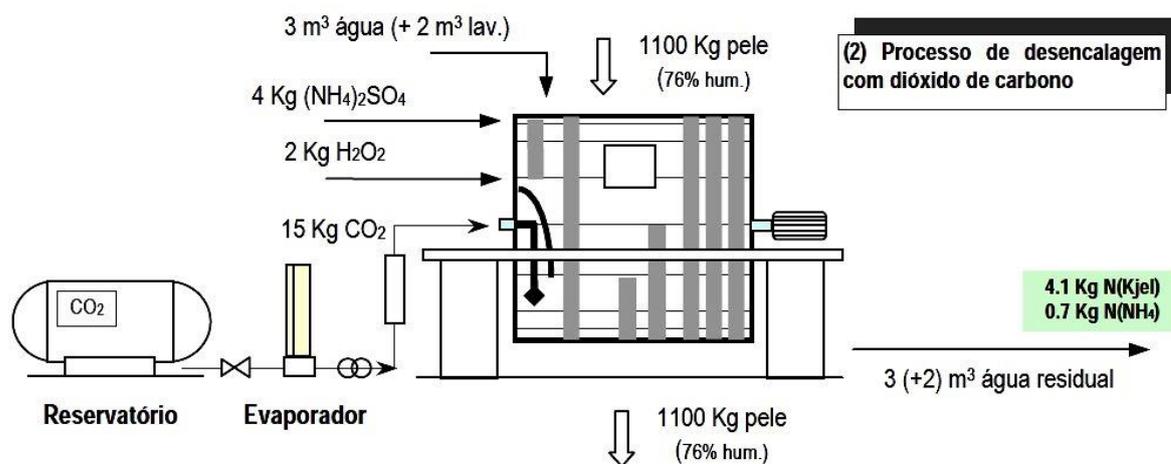


Figura 3.17 – Esquematização de processo de desencalagem com dióxido de carbono

A aplicação desta tecnologia permite reduzir em cerca de 85% o teor de azoto amoniacal no efluente.

#### VIABILIDADE ECONÓMICA

A aplicação desta tecnologia implica uma alteração dos produtos químicos utilizados, exigindo também modificações ao nível do equipamento.

Os custos e benefícios a considerar da aplicação desta tecnologia serão:

- Custos adicionais de produção:
  - Custos de novos produtos químicos.
- Benefícios ou ganhos:
  - Poupança no consumo de químicos convencionais;
  - Poupança nos custos de tratamento de efluentes;
- Investimento:
  - Instalação de gases e adaptação dos fulões. O investimento é relativamente pequeno, consistindo somente na tubagem de admissão, no rotâmetro e no injetor, para além da adaptação do fulão.

Apresenta-se a título de exemplo, o possível retorno para uma empresa que consiga poupar 4 €/Ton, que tenha três foulóns de caleiro e que produza 400 Ton/mês:

- Custo de investimento: 3.750 €;
- Ganhos com poupança em produtos químicos: 17.600 € /ano.
- Tempo de retorno do investimento: 4 meses.

De salientar que nesta análise grosseira de viabilidade económica não foram considerados os ganhos ambientais, ou seja, a potencial redução do custo de tratamento dos efluentes.

### 3.4.2 Piquelagem com redução de sal

A presença de cloretos nos efluentes industriais de curtumes provém de duas origens: a fase de remolho, onde o sal que se encontra absorvido pela pele é dissolvido no banho de processo; e a operação designada piquelagem, que se trata de uma acidificação da pele até ao pH adequado ao curtume.

Esta acidificação é intensa, levando a pele até valores de pH próximos de 3,0.

Antes de a fibra se encontrar quimicamente estabilizada, ou seja, antes da operação de curtume, a pele encontra-se muito sensível ao entumescimento ácido, que gera nas fibras perdas de resistência dramáticas. É portanto necessário utilizar um eletrólito que gere um efeito de osmose inversa, controlando desta forma a absorção de água por parte da pele, impedindo portanto a referida perda de resistência.

O sal normalmente usado para este efeito é o cloreto de sódio, numa dosagem que permita uma densidade de cerca de 7<sup>º</sup>Bé no banho de processo.

Isto significa uma elevada concentração de sal neste banho. Uma concentração que ronda os 10% em massa. É possível uma redução considerável da dosagem de sal no banho de piquelagem, através da utilização de ácidos sulfónicos poliméricos não inchantes, que se encontram disponíveis no mercado.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

De facto, como já referido, os processos de piquelagem com redução de sal têm como principais ativos ácidos sulfónicos poliméricos não inchantes.

Outros produtos podem ser usados como aditivos no sentido de aumentar a estabilidade da fibra perante a redução do pH, funcionando como précurtientes.

Entre estes produtos destacam-se os polifosfatos de sódio.

É também comum nestes processos utilizar sais de crómio de baixa basicidade, facilitando desta forma a penetração do crómio na pele, mesmo a pH's mais elevados do que é habitual.

Um exemplo de processo tipo de curtume cuja piquelagem é efetuada com redução de sal é apresentado de seguida:

Matéria-prima: couros nacionais (30-35 kg) divididos em tripa a 3,5 mm. O processo apresenta-se já a partir da piquelagem, ou seja, após desencalagem e purga, com um pH final de 7,5.

70% Água a 25°C

2% Cloreto de sódio

*Roda 15 min.*

*Controlo: densidade = 2 <sup>º</sup>Bé*

4% Ácido sulfónico polimérico não inchante

*Roda 60 min.*

0,2% Ácido sulfúrico (1:10)

*Roda 150 min.*

*Controlo: corte = verde (indicador: verde de bromocresol) / pH = 3,1*

- 2% Sal de crómio de baixa basicidade  
*Roda 30 min.*
  - 4% Sal de crómio com 33% basicidade  
*Roda 90 min.*
  - 1% Basificante à base de óxido de magnésio  
*Roda 90 min.*
- Controlo: pH = 3,9*

A utilização deste tipo de processo permite reduzir a carga poluente do efluente de curtume, na seguinte medida:

- Teor de cloretos reduz-se em cerca de 70%;
- Teor de óxido de crómio reduz-se em cerca de 40%.

### VIABILIDADE ECONÓMICA

De facto, como já referido, os processos de piquelagem com redução de sal têm como principal consequência uma considerável redução do impacte ambiental dos efluentes de curtume, o que gera um ganho, embora seja difícil de quantificar.

A implementação desta tecnologia **não envolve a necessidade de investimento em equipamentos.**

Quanto aos custos de operação, **não existe aumento de temperatura ou de dosagem de água**, em relação ao processo normal.

Acontece no entanto um **ligeiro aumento dos custos com produtos químicos, que gera um aumento do custo do produto final de 0,02 – 0,04 €/ft<sup>2</sup>.**

#### **3.4.3 Processos de elevada exaustão do crómio**

Os processos de exaustão do crómio baseiam-se no controlo das condições operacionais e/ou na adição de compostos orgânicos apropriados que permitem melhorar a difusão do crómio, evitar a sua precipitação precoce ou ainda estabilizar os complexos formados na pele.

Por conseguinte é possível operar com menores teores de crómio, reduzindo simultaneamente o seu consumo e a sua descarga.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os processos de exaustão do crómio não necessitam de nenhuma peça de equipamento adicional, pois baseiam-se unicamente na atuação ao nível da reatividade do crómio na pele. Seguidamente, apresentam-se dados que permitem comparar três processos de curtume a crómio, alternativos.

- A) Curtume ao crómio convencional.
  - a. Consumo de sulfato básico de crómio (25% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 7%
  - b. Dosagem equivalente de Cr: 1,2%
  - c. Fração de crómio efetivamente fixada na pele: cerca de 75%
  - d. Teor de crómio no efluente: 4,0 – 4,5 g/L

- B) Curtume com elevada exaustão por utilização de agentes sequestrantes, nomeadamente ácidos di ou policarboxílicos ou ainda policarboxilatos.
- Dosagem equivalente de Cr: 0,9%
  - Fração de crómio efetivamente fixada na pele: cerca de 98%
  - Teor de crómio no efluente: 0,2 – 0,3 g/L
- C) Curtume com elevada exaustão por utilização na piquelagem de um ativador do colagénio – o ácido glioxílico.
- Consumo de sulfato básico de crómio (25% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 6%
  - Dosagem equivalente de Cr: 1,0%
  - Fração de crómio efetivamente fixada na pele: cerca de 93%
  - Teor de crómio no efluente: 1,0 – 1,5 g/L

### VIABILIDADE ECONÓMICA

Os fatores a considerar no caso dos processos de exaustão estão intimamente relacionados com a variação nos custos dos produtos químicos, embora haja outros fatores a ter em conta, como se descreve seguidamente.

➤ Custos adicionais de produção:

- Custos de novos produtos químicos;
- Custos adicionais de energia, devidos ao efeito mecânico dos banhos curtos.

➤ Benefícios ou ganhos:

- Poupança no consumo de químicos convencionais, principalmente no sulfato de crómio, mas também nos basificantes;
- Poupança nos custos de tratamento de efluentes e de deposição dos resíduos, devido principalmente à diminuição do crómio descarregado, que se reflete no consumo de produtos químicos na ETAR e na quantidade de lama formada. Deve ter-se em atenção o limite mínimo de 1,4 g/L para recuperação do crómio na SIRECRO.

➤ Investimento:

- Nos processos de exaustão não há investimentos significativos a considerar.

A variação dos custos de energia e dos custos ambientais não será considerada nesta análise. É de salientar que em nenhum dos processos de exaustão avaliados se encontrou um benefício económico pela aplicação da tecnologia de prevenção.

Os ganhos na poupança do crómio não são suficientes para compensar o custo dos reagentes adicionais, que são bastante mais caros que o sulfato básico de crómio convencional.

A alternativa de realizar exaustão sem aditivos de curtimenta auxiliares, ou seja por simples controlo das condições operacionais do banho, é uma opção obviamente mais económica.

Também nos casos em que as empresas pretendem instalar ou modificar ETARs, os custos de investimento deverão ser menores no caso da utilização de processos de exaustão, pois o dimensionamento do equipamento terá em consideração a diminuição da quantidade de lama produzida. Em qualquer situação, porém, as vantagens de natureza ambiental não podem ser secundarizadas, porque este tipo de preocupações devem fazer parte integrante da política de gestão das empresas que se querem modernas, avançadas e competitivas.

#### **3.4.4 Recirculação dos banhos de curtume**

A tecnologia de recirculação do crómio consiste em reutilizar o crómio residual contido nos banhos esgotados de curtume, através do seu tratamento e reutilização. Esta tecnologia é alternativa e não complementar aos processos de exaustão, pois não é expectável que se aplique um processo de recirculação do crómio num banho onde a concentração deste é já bastante pequena.

##### APLICAÇÃO PRÁTICA

As tecnologias de recirculação do crómio exigem, ao contrário dos processos de exaustão, a associação de equipamentos ao processo tradicional. Concretamente, há a considerar a filtração dos licores esgotados antes da sua recirculação, para remover impurezas. A utilização de decantadores, flotadores ou hidrociclones é também desejável para evitar a acumulação de gorduras que podem provocar a descoloração da pele. Teores acima de 45 mg/L de gordura não são recomendáveis. Os processos de recirculação podem ser realizados de formas muito diversas, utilizando partes ou o total dos licores esgotados, podendo estes ser reutilizados nos banhos seguintes de curtume e/ou de piquelagem.

Um possível arranjo deste tipo de processos é exemplificado na Figura 23. Neste caso, 80% do banho esgotado de curtume é passado por um filtro (ou outro equipamento como um hidrociclone ou um flotador) para remoção dos sólidos suspensos e gorduras, sendo então 60% deste volume recirculado ao banho seguinte de curtume e os restantes 40% recirculados para a piquelagem, juntamente com as águas de escorrimento.

O banho de piquelagem é sempre totalmente descarregado em cada ciclo, enquanto que apenas 20% do banho de curtume é purgado. Esta purga destina-se ao controlo da acumulação dos sais neutros no processo de recirculação, conseguindo-se assim manter a concentração destes a níveis praticáveis.

Com o arranjo apresentado é apenas necessário um *make-up* de 0.22 m<sup>3</sup> de água (83% da água requerida no processo convencional), o que se consegue não só pela ação de recircular o banho mas também pelo aproveitamento da água existente na pele, resultante da forte variação de humidade entre a pele no estado *wet-blue* e no estado pré-curtido.

Neste processo de recirculação reduz-se em 16% o crómio alimentado e em cerca de 60% o crómio descarregado. Apesar disso, a concentração do efluente do curtume (piquelagem incluída) não sofre alteração em relação ao processo convencional (2,2 g/L) embora a quantidade descarregada seja muito menor, como já se referiu, por ação da diminuição do volume. A eficiência de utilização do crómio é de 86% (14% superior ao processo convencional).

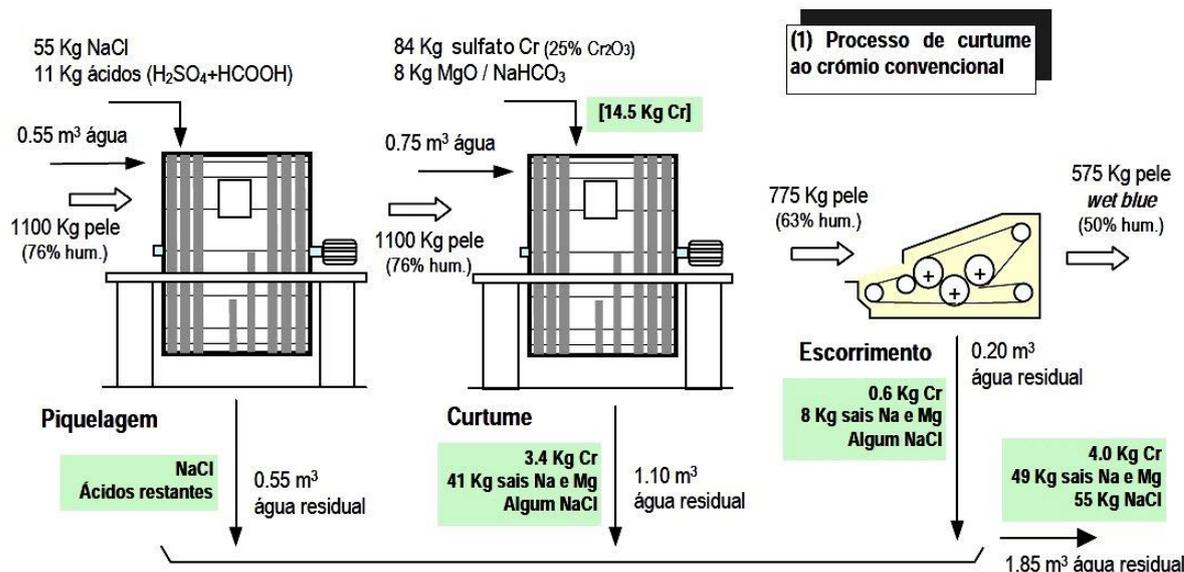


Figura 3.18 – Esquematização de processo de curtume ao cromo convencional

### VIABILIDADE ECONÓMICA

Nos processos de recirculação dos licores esgotados de cromo não há a considerar a utilização de novos reagentes químicos, ao contrário dos processos de exaustão. As variações nos custos de mão-de-obra e de energia também não serão significativas. Assim não haverá a considerar custos adicionais de produção.

A viabilidade económica será pois avaliada pela comparação entre os benefícios expectáveis e os investimentos necessários:

#### ➤ Benefícios ou ganhos:

- Poupança no consumo de químicos convencionais, principalmente o sulfato de cromo.
- Poupança nos custos de tratamento de efluentes e de deposição dos resíduos, devido principalmente à diminuição do cromo descarregado, que se reflete no consumo de precipitante na ETAR e na quantidade de lama formada.

#### ➤ Investimento:

- Instalação de filtros e eventualmente hidrociclones para remoção de sólidos suspensos e gorduras, e também das bombas de recirculação.

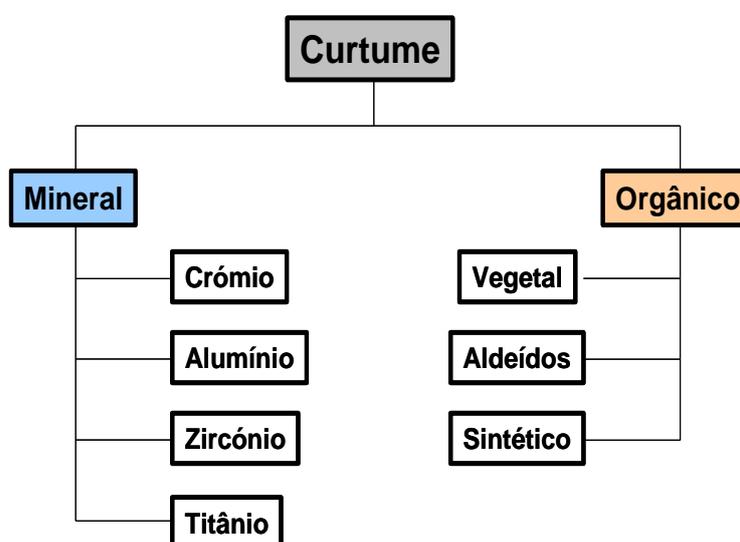
Apresenta-se a título de exemplo, o possível retorno para uma empresa que tenha três foulóns de calceiro e que produza 400 Ton/mês:

- Custo de investimento para instalação de filtros: 35.500€;
- Custo de investimento com hidrociclone incluído: 80.000€;
- Ganhos com utilização do sistema de recirculação dos licores esgotados de Crómio: 57.200 € /ano.
- Tempo de retorno do investimento: aproximadamente 2 anos.

De salientar que nesta análise grosseira de viabilidade económica não foram considerados os ganhos ambientais, ou seja, a potencial redução do custo de tratamento dos efluentes.

### 3.4.5 Curtumes alternativos ao crómio

Conforme já referido neste documento, o curtume corresponde a um tratamento, normalmente efetuado no mesmo banho da piquelagem, com o agente de curtume adequado, de modo a conferir à pele estabilidade térmica, resistência e outras propriedades específicas de cada caso. Existem diferentes tipos de curtume, que se dividem em dois grandes grupos, conforme esquema seguinte.



#### 3.4.5.1 Wet-white

Tendo em conta os mais recentes desenvolvimentos nesta área, verifica-se que os processos de curtume que permitem a obtenção de propriedades mais próximas do curtume a crómio são aqueles em que se utiliza um curtume misto com aldeídos e taninos sintéticos.

A forma de efetuar este tipo de curtume é apresentada de seguida.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

Existem vários processos de curtume com aldeídos e taninos sintéticos já desenvolvidos e disponíveis no mercado.

Nos dias de hoje, seguindo este tipo de processos, é já possível a obtenção de peles estabilizadas, prontas a rebaixar, com as seguintes características:

- Pele de tom branco ou amarelo, dependendo do tipo de aldeído e taninos sintético utilizados;
- Temperatura de contração de aproximadamente 80°C.

Tratando-se do curtume de peles de bovino, este tipo de processos é mais seguro quando se trabalha pele dividida em tripa, pelo menos a 3 mm. A esta espessura é possível obter um curtume atravessado num processo com duração semelhante à do curtume a crómio. Dependendo do tipo de aldeído e tanino sintético utilizados, o atravessamento do curtume em peles integrais é mais difícil, ou seja, mais demorado, podendo obrigar a um processamento de mais 24 h do que é normal no curtume com sais de crómio, para o mesmo tipo de pelaria.

Hoje em dia, os aldeídos utilizados neste tipo de processos são vulgarmente designados por glutaraldeídos modificados, resultando em peles mais brancas e com maior estabilidade térmica do que acontece quando se utiliza glutaraldeído. Uma outra substância tem vindo a revelar-se interessante como possível substituto do glutaraldeído – a oxazolidina.

Em traços gerais, estes processos têm a seguinte sequência:

1. Abaixamento do pH da pele até cerca de 3,0 (piquelagem).
2. Dosagem de glutaraldeído modificado.
3. Subida de pH da pele até cerca de 4,0.
4. Dosagem de tanino sintético e dispersante.
5. Dosagem de gordura sulfitada e emulsionante.
6. Descida do pH da pele até cerca de 3,5.

Quando se pretende aumentar a resistência mecânica das peles no estado curtido, é vulgar introduzir uma pequena dosagem de sulfato de alumínio, junto com o tanino sintético.

Os taninos sintéticos a utilizar são função do que é prioritário: maior enchimento e resistências mecânica e térmica, ou mais branco. Caso se pretenda um curtume praticamente branco, o ideal será utilizar taninos sintéticos para branco, nomeadamente as dihidroxidifenilsulfonas. Caso se pretenda uma pele mais cheia, deverá usar-se sintéticos de substituição.

Uma condicionante do curtume *wet-white* é a diminuição da reatividade da pele para com todos os produtos aniónicos, em particular os corantes ácidos. Isto traduz-se numa diminuição da resistência da cor, nomeadamente na diminuição da solidez do tingimento à migração em meio aquoso.

Esta condicionante pode ser minimizada pela introdução, no curtume ou recurtume de outros metais, que não o crómio, como é o caso do alumínio ou zircónio.

### VIABILIDADE ECONÓMICA

Os processos de curtume *wet-white* são geralmente mais caros do que o curtume a crómio convencional. Além disto, o recurtume e engorduramento de peles com este tipo de curtume são também mais caros, obrigando à dosagem de uma maior quantidade extratos/taninos, resinas e gorduras. Globalmente, facilmente se atinge um incremento no custo do artigo final de cerca de 0,30 €/ft<sup>2</sup>.

Existem no entanto os ganhos associados ao marketing verde e à possibilidade de valorizar os resíduos sólidos curtidos, resultantes das operações de rebaixamento e aparação. Este tipo de resíduos pode ser valorizado na produção de fertilizantes, gelatinas técnicas, etc.



Figura 3.19 – Peles em estado wet-white

#### 3.4.5.2 Vegetal

O curtume vegetal representou durante séculos a forma de curtir mais utilizada, a par do curtume com alúmen e do curtume a óleo.

Apesar de mais tarde ter surgido o curtume a crómio, o curtume a vegetal continua a ser o adequado no fabrico de alguns artigos destinados a calçado, marroquinaria e acessórios, tais como forro, palmilhas, sola, artigos de equitação, cintos, malas, carteiras e acessórios de moda.

A preferência pelo curtume a vegetal está associada a características de diferenciação que o valorizam, tais como transpirabilidade, poder antibacteriano, plasticidade e beleza no envelhecimento.

Os agentes de curtume vegetal são os taninos naturais extraídos das cascas, folhas, frutos e madeira das plantas.

Os taninos, quimicamente divididos em duas grandes classes – pirogálicos e catequínicos – são designados de acordo com a sua origem vegetal e procedência geográfica:

Tabela 3.6 – Origem vegetal e procedência geográfica de alguns taninos

Extracto	Origem	Zona da planta	Teor de tanino / %
Quebracho	Argentina	cerne	14 - 26
Mimosa	África do Sul, Austrália	casca	22 - 48
Castanheiro	Jugoslávia, Itália, França	madeira	6 - 15
Valónea	Turquia	fruto	16 - 38
Mirabolano	Índia	fruto	25 - 48
Carvalho	Europa Central	madeira	3 - 10
Sumagre	Costas marítimas tropicais	casca	16 - 50

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os processos de curtume a vegetal podem ser efetuados de formas distintas, de acordo com o tipo de equipamento em que são realizados: tinas, *foulón* ou misto. Todos os métodos compreendem uma fase de penetração e de fixação dos taninos, sendo a grande diferença entre eles a rapidez de processamento.

O processo em tinas é efetuado em contracorrente, começando numa tina de menor concentração de tanino e menor acidez, e passando progressivamente para tinas de maior acidez e maior concentração de tanino. As tinas finais são aquecidas de forma a maximizar a fixação do tanino.

O processo em fulão é mais rápido, devido à maior ação mecânica. Começa por uma desencalagem e condicionamento da pele até um pH de 4,5 – 5,5. Efetua-se então um pré-curtume com tanino sintético, seguido do curtume propriamente dito, com dosagens sucessivas dos taninos, dispersantes e óleos, quando utilizados.

No processo misto a fase de penetração é efetuada em tinas, e a fase de fixação, que exige elevação de temperatura e ocorre a valores de pH mais baixos, é realizada em *foulón*. A aplicação do artigo a produzir dita as suas características, nomeadamente a sua espessura, maciez e solidez, levando à escolha do processo mecânico (tipo de equipamento) e químico (taninos vegetais e sintéticos) mais adequados.

Para maiores espessuras, o tempo de penetração dos extratos é naturalmente maior, podendo ser ligeiramente reduzido pela adição de auxiliares, tais como dispersantes e taninos sintéticos mais ricos em grupos sulfónicos.

Os artigos mais finos, como forro e couro para marroquinaria, exigem maior maciez e cuidados relativos à resistência ao rasgamento. Em termos processuais, estas características são obtidas pela utilização de taninos mais sulfitados e também por uma maior dosagem de gorduras estáveis aos eletrólitos e em ambientes ácidos.

O curtume a vegetal é muito sensível à luz, podendo esta característica ser melhorada pela utilização de taninos vegetais com maior resistência, tal como os que se encontram nos extratos de tara e caju, bem como pela substituição parcial de taninos vegetais por taninos sintéticos de elevada solidez à luz.

## VIABILIDADE ECONÓMICA

O custo de um processo de curtume a vegetal é mais elevado do que o de curtume a crómio e de produção de *wet-white*.

Os custos subsequentes – tingimento e acabamento – são muito variáveis, em função da aplicação do artigo. Convém também referir que as condições de luz ambiente e as características de alguns equipamentos são determinantes à boa execução deste tipo de curtimenta.

A produção de artigos em vegetal exige pouca luminosidade, cuidados específicos na operação de rebaixamento e de secagem e, especialmente nos artigos de maior espessura, a utilização de máquinas específicas, como os cilindros.

Assim, a opção pelo curtume a vegetal pode gerar a necessidade de investimento na adequação das instalações e em maquinaria apropriada.

Pelo que foi dito, o curtume a vegetal não concorre diretamente com os artigos de base crómio ou *wet-white*.

Esta opção pressupõe a valorização das suas características de diferenciação como vantagens técnicas, estéticas e de saúde.

### **3.5 Tingimento**

#### **3.5.1 Boas práticas para prevenção da formação de crómio hexavalente**

A formação de crómio hexavalente (Cr VI) no couro é um fator que tem vindo a ser cada vez mais considerado na sua comercialização.

O crómio hexavalente tem um efeito negativo na saúde, motivo pelo qual o controlo da sua ocorrência é fundamental. O Cr VI é bioacumulável, muito tóxico, mutagénico e carcinogénico, devido à sua alta capacidade de penetração membranar e forte potencial oxidativo.

A exposição aos metais pesados ocorre não só pela ingestão, mas também pelo contacto da pele humana com objetos do dia-a-dia.

Torna-se assim fundamental agir no sentido de prevenir a oxidação do Cr III a Cr VI, durante e após o processamento da pele dentro da fábrica de curtumes.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Após curtume com sais básicos de crómio a pele encontra-se estabilizada através do estabelecimento de pontes químicas entre as cadeias proteicas, geradas pela reação de complexação entre os radicais carboxílicos e o crómio no estado de oxidação III.

Seguidamente, a pele é então sujeita a uma série de operações em meio aquoso, onde pode ocorrer a formação de pequenas quantidades de crómio VI.

A sequência normal destas operações em meio aquoso é a seguinte, excluindo as lavagens: recurtume catiónico/metálico; neutralização; recurtume aniónico; tingimento de penetração; engorduramento; retingimento.

Identificam-se na literatura algumas práticas que conduzem a uma maior probabilidade de formação de crómio hexavalente:

- Utilização de sais de crómio no recurtume catiónico;
- Realização de neutralizações muito intensas, nomeadamente com sais de amónio;
- Utilização de amoníaco no tingimento, como penetrador;
- Utilização de gorduras de origem animal.

Não obstante o apresentado anteriormente, a evidência experimental revela que a presença de crómio VI nas peles após o término do seu processamento raramente se verifica, sendo este gerado por vezes, decorrendo do envelhecimento do couro pela exposição a radiação UV em ambientes quentes e/ou húmidos.

Conhecem-se diversas boas práticas processuais que permitem prevenir a formação de crómio VI nas peles, entre as quais se encontra naturalmente evitar o que foi já anteriormente referido como estando na sua origem.

No entanto, é muitas vezes inevitável utilizar algumas das práticas atrás identificadas, tendo em vista a obtenção de determinadas características estéticas e propriedades técnicas no artigo final. De qualquer modo, é possível adicionar, durante o processamento em meio aquoso, nomeadamente no recurtume, substâncias que previnem a formação de crómio hexavalente, mesmo quando o artigo final é sujeito a condições ambientais fortemente oxidativas.

As referidas substâncias são as seguintes:

- Extratos vegetais, ainda que doseados em pequenas quantidades;
- Outros agentes de recurtume de ação antioxidante, como é o caso dos taninos sintéticos de base fenólica e alguns sulfocompostos (ácidos naftalenosulfónicos);
- Gorduras de base vegetal, em particular lecitinas.

Após intenso trabalho experimental, definiram-se medidas que, quando aplicadas nos processos de recurtume/tingimento permitem prevenir a formação de crómio hexavalente.

São estas as seguintes:

- Não utilizar sais de amónio e amoníaco;
- Utilizar pelo menos 4% (percentagem calculada sobre peso rebaixado) de extrato de tara no recurtume;
- Sempre que possível, incorporar na emulsão de engorduramento lecitina (pelo menos 2% - percentagem calculada sobre peso rebaixado).

### VIABILIDADE ECONÓMICA

Não existe nenhum tipo de investimento em equipamento para que estas técnicas sejam postas em prática.

A utilização dos produtos químicos referidos não envolve um acréscimo de custo significativo, dado que permitem até a substituição de outros com preços semelhantes.

### 3.5.2 Processos compactos

Os processos compactos permitem executar o curtume com tempos de operação e consumos de água e produtos químicos bem inferiores ao que acontece nos processos tradicionais. A isto está muitas vezes associada uma considerável redução do consumo de produtos químicos, dada a baixa relação de banho que ocorre neste tipo de processamento dito compacto.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os processos de curtume / engorduramento / tingimento envolvem habitualmente o tratamento das peles curtidas em 7 a 10 banhos diferentes, incluindo lavagens. Os processos compactos envolvem a realização de 3 a 4 banhos.

Os princípios associados aos processos compactos são os seguintes:

- Baixas relações de banho (banhos curtos).
- Neutralizações atravessadas, com auxílio de sequestrantes, tais como polifosfatos de sódio.
- Realização de tingimento, curtume e engorduramento no mesmo banho, utilizando produtos de elevada estabilidade aos eletrólitos, assim como dispersantes e tensoativos, para facilitar a rápida penetração dos produtos ao longo da espessura da pele e a homogeneidade do tratamento, evitando a formação de manchas.
- No caso de se processarem peles finas (pele pequena ou artigos em pele de bovino com espessuras inferiores a 1,4 mm), é conveniente a adição de um deslizante, para evitar que as peles se enrolem, dado a baixa relação de banho existente.
- Ter em atenção a compatibilidade dos produtos utilizados. Não colocar no mesmo banho produtos aniónicos e catiónicos!

Comparando os processos (compactos e padrão), existe um ligeiro prejuízo na carga poluente dos efluentes dos processos compactos quando comparados com o processo padrão. Isto está naturalmente associado ao facto de se dosear uma quantidade aproximadamente igual de produtos químicos em menos banhos, mais concentrados do que acontece no processo padrão.

No entanto, as características das peles obtidas por processos compactos, como toque e firmeza de flor, são semelhantes às do processo padrão.

No que diz respeito às propriedades físico-mecânicas, nomeadamente a resistência da flor à extensão e a resistência ao rasgo, verifica-se que as peles obtidas por processos compactos cumprem os requisitos de qualidade normalmente exigidos.

#### VIABILIDADE ECONÓMICA

➤ Investimento:

- Não existe nenhum tipo de investimento em equipamento para que esta MTD seja posta em prática. Por via da utilização de processos compactos ocorrem ganhos produtivos (processos mais curtos) e poupanças consideráveis de energia e de água.

Apresenta-se o seguinte exemplo de comparação entre um processo padrão e um processo compacto equivalente:

<b>Processo Padrão</b>	<b>Processo Compacto</b>
<u>Consumo de energia elétrica</u>	<u>Consumo de energia elétrica</u>
72,5 kWh / ton WB	62,5 kWh / ton WB
<u>Consumo de energia térmica</u>	<u>Consumo de energia térmica</u>
360.000 kcal / ton WB	115.000 kcal / ton WB
<u>Consumo de água</u>	<u>Consumo de água</u>
18 m <sup>3</sup> / ton WB	8 m <sup>3</sup> / ton WB

### 3.6 Acabamentos

#### 3.6.1 Aplicação de acabamentos com tecnologias avançadas

A utilização de tecnologias avançadas de acabamento, nomeadamente as aplicações com pistolas de baixa pressão (HVLP) ou máquinas de rolos, permitem uma minimização das perdas de produtos químicos.

#### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os produtos de acabamento (ceras, óleos, tintas, vernizes, lacas, etc.) utilizados na fase final do processo são essenciais à qualidade do produto final, pois são eles que conferem o aspeto final ao produto, de acordo com as especificações dos clientes.

Além disso, estes produtos são normalmente caros e são constituídos, por vezes, por compostos voláteis potencialmente perigosos.

A sua correta aplicação e a minimização das perdas são então essenciais tanto em termos económicos como ao nível da qualidade ambiental.

Neste âmbito há dois aspetos que concorrem para a otimização dos procedimentos a nível industrial: a utilização de equipamentos mais avançados e a escolha correta do produto a aplicar, tendo em consideração a sua potencial perigosidade.

Na tabela seguinte apresentam-se dados comparativos sobre tecnologias alternativas de aplicação de produtos de acabamento.

Os valores apresentados baseiam-se numa base de incorporação de acabamento de 150 g/m<sup>2</sup> de pele. As vantagens da utilização das pistolas HVLP e das máquinas de rolos são evidentes.

Tabela 3.7 – Comparação de perdas entre diferentes métodos de pistolagem

<b>Tecnologia</b>	<b>Perdas (%)</b>	<b>Consumo unitário, incluindo perdas (g/m<sup>2</sup>)</b>
Pistola convencional	40	250
Pistola HVLP	35	230
Máquina de rolos	15	176

## VIABILIDADE ECONÓMICA

Na avaliação económica apenas terá sentido comparar o sistema de pistola convencional com o sistema HVLP, porque a aplicação de acabamentos com máquinas de rolos não é sempre uma alternativa aos outros processos, sendo vulgarmente utilizada com o fim de obter um acabamento com diferentes características.

Na avaliação dos custos dos diferentes processos de acabamento, importaria considerar os seguintes itens:

➤ Benefícios ou ganhos:

- Poupança no consumo dos produtos de acabamento, por via da diminuição das perdas
- Poupança dos custos de tratamento de efluentes e deposição das lamas, devido à menor contaminação das águas residuais com os produtos perdidos.

➤ Investimento:

- Compra de pistolas HVLP

Apresenta-se a título de exemplo, o possível retorno para uma empresa que utilize as pistolas HVLP no acabamento de 140 m<sup>2</sup>/h de pele.

- Custo de investimento (12 pistolas HVLP): 9.600 €

Por forma a calcular a poupança anual na redução do consumo de produtos químicos de acabamento, consideraram-se as seguintes premissas:

- 1.940 Horas de trabalho anuais;
- Redução do consumo unitário médio de composições de acabamento, conforme tabela anterior: 20 g/m<sup>2</sup>;
- Custo médio de composição de acabamento: 2,8 €/kg.

Sendo assim, a poupança anual conseguida seria de aproximadamente 15.200 €, o que significaria um tempo de retorno do investimento de cerca de 8 meses.



Figura 3.20 – Sistema de pistolagem com pistolas HVLP

## 4. GESTÃO DA ÁGUA

Dado que as unidades industriais de curtumes são bastante consumidoras de água, a otimização do seu uso torna-se essencial na estratégia das empresas.

A maior parte das unidades industriais têm o seu abastecimento garantido através de captações próprias (furos e poços). Durante os últimos anos a importância da água, como um recurso natural, não tem sido devidamente ponderada, devido às facilidades observadas na sua captação. Este modo de encarar a situação conduziu em muitos dos casos à utilização desmedida e despropositada do recurso - água.

Atualmente, devido às preocupações ambientais, mas também económicas, esta situação torna-se extremamente importante, sendo necessário implementar medidas que conduzam à utilização racional da água.

A utilização despropositada da água influencia negativamente o rendimento final de uma operação em termos de absorção dos produtos e provoca o aumento da quantidade de efluentes líquidos resultando assim num agravamento dos custos operativos totais.

Para além dos benefícios económicos inerentes à captação e principalmente ao tratamento de fim de linha, descarregar menos água com menos contaminantes implica a formação de menos lamas e naturalmente tais medidas tornam-se relevantes para a prevenção dos resíduos.

O consumo de água é constituído por dois componentes principais: a água de processo e água necessária para outras utilizações, como sejam: limpeza, geração de energia, tratamento de águas residuais, e instalações sanitárias. Tradicionalmente mais de 75% da água consumida numa instalação de curtumes provém das lavagens da pele entre operações e de outras lavagens de carácter mais geral.

O consumo de água do processo varia grandemente entre as empresas de curtumes, dependendo dos processos envolvidos, da matéria-prima utilizada e dos produtos finais.

O consumo de água é mais elevado nas fases iniciais do processo, do que nas de acabamento. De facto, os processos da ribeira são os maiores consumidores de água, com cerca de 72%, pelo facto de, além dos banhos de tratamento físico-químico, implicarem a necessidade de sucessivas lavagens.

Tabela 4.1 - Balanço típico do consumo de água no processo de curtumes [1]

<b>Operações</b>	<b>Vol. Total (m<sup>3</sup>/Ton)</b>
Processo até à fase de ribeira	20 - 25
Processo até à fase de curtimenta (wet-blue)	21 - 28
Processo até à fase de acabamento	34 - 40

Para peles de bovinos, foi relatado que é possível reduzir o consumo de água de 40-50 m<sup>3</sup>/Ton de peles em bruto, para 12-30 m<sup>3</sup>/Ton, caso a fábrica de curtumes funcione com um controlo técnico eficiente e uma boa gestão interna.

Para o processamento de peles de vitelo, são necessários consumos de cerca de 40 m<sup>3</sup>/Ton e, por vezes, mesmo superiores.

Tomando como exemplo uma empresa de curtumes que utiliza todo o processo produtivo de forma tradicional, comparativamente a outra em que se aplicam todas as tecnologias mais limpas, incluindo processos de reciclagem de efluentes, esta última reduzirá seguramente a descarga de efluentes em cerca de 50 % e o consumo de produtos químicos até 30 %.

Para efeitos de comparação e avaliação destes quantitativos, apresentam-se os limites típicos de elevado e baixo consumo nas operações da ribeira, verificados nas empresas de curtumes em Portugal.

Estes limites foram fixados em 18 m<sup>3</sup>/Ton de pele em bruto, como valor abaixo do qual se considera uma boa eficiência na gestão da água, e 35 m<sup>3</sup>/Ton de pele em bruto, como valor acima do qual se considera existir um excessivo consumo de água.

No caso das empresas portuguesas, a maior parte já opera com uma eficiente gestão da água. Há, no entanto, outras com gastos de águas muito excessivos, revelando discrepâncias acentuadas entre as empresas do setor. Não existe uma correlação entre o tamanho da empresa e a forma como é realizada a gestão da água.

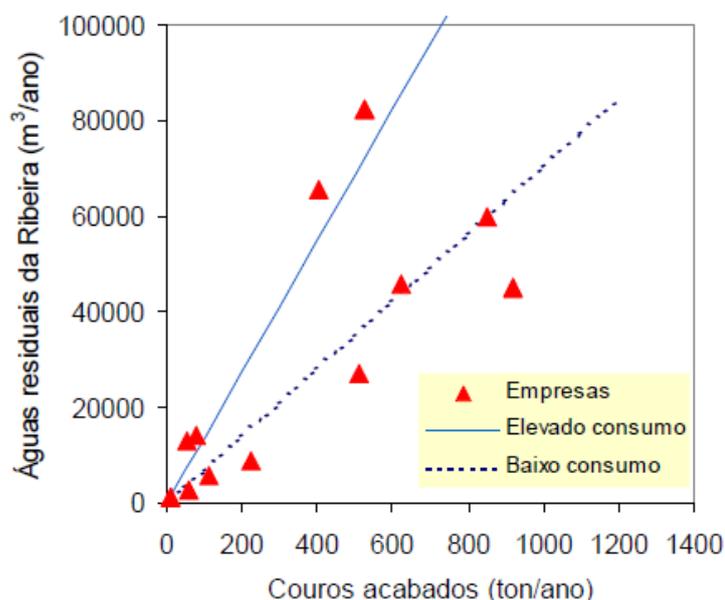


Figura 4.1 – Descargas de água na fase da ribeira em empresas portuguesas, em função da quantidade produzida [2]

#### 4.1 Melhores Técnicas Disponíveis para a gestão e tratamento de água

As Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) para a gestão e tratamento de água incluem:

- Redução do consumo de água;
- Boas práticas de gestão interna;
- Medidas integradas no processo (já apresentadas no Capítulo 3);
- Tratamento de efluentes.

Tabela 4.2 – MTD para a gestão e tratamento da água

BOAS PRÁTICAS DE GESTÃO INTERNA E MEDIDAS INTEGRADAS NO PROCESSO	Melhorar o balanço entre o fluxo de água e os requisitos do processo
	Otimização dos processos de lavagem
	Modificar o equipamento existente, ou instalar novo, de forma a melhor controlar os consumos
	Reutilizar e reciclar as águas residuais em processos menos críticos
	Reciclar ou reutilizar os banhos de processo sempre que possível
TRATAMENTO DE EFLUENTES	Manter o efluente que contém sulfureto, proveniente da fase de “ribeira”, separado e a pH elevado até à remoção do sulfureto
	Recolher separadamente o efluente com crómio (com uma concentração de Cr total > 1 g/L) e enviá-lo para recuperação de crómio. A recuperação de crómio pode ser efetuada no local ou no exterior
	Utilizar tratamento mecânico (localmente ou no exterior)
	Utilizar tratamento físico-químico (localmente ou no exterior)
	Utilizar tratamento biológico (localmente ou no exterior)
	Utilizar tratamento de lamas (localmente ou no exterior)

Existem várias técnicas ou tecnologias para melhorar a eficiência da utilização de água. A otimização do consumo de água pode passar pela introdução de várias medidas, como sejam:

- Otimização do consumo de água e a diminuição do consumo de produtos químicos utilizados no processo e no tratamento de águas residuais. Contabilizar as águas utilizadas nas diferentes operações e melhorar o controlo operacional dos caudais utilizados (utilização de instrumentação adequada como caudalímetros nos fulões e/ou nas barcas);
- Instalar temporizadores, mitigadores e limitadores de consumo de água (torneiras e mangueiras);
- Alterar a forma como decorrem as lavagens, de forma a implementar um sistema de lavagens otimizado. Desta forma, a razão banho/lavagens aumenta;
- Adequar o fluxo de água aos requisitos dos processos e das lavagens, nomeadamente com a instalação de redutores de pressão. As lavagens com água corrente são uma das principais fontes de desperdício de água. Nestes casos, é importante melhorar a adequação do fluxo de água aos requisitos do processo e utilizar métodos de lavagem por imersão em vez de lavagem em água corrente;
- O volume dos banhos pode em muitos casos ser reduzido durante as diferentes operações produtivas, obtendo-se um duplo benefício, uma redução na quantidade de águas descarregadas e uma melhoria da eficiência do processo (melhor exaustão química dos banhos);

- Usar banhos curtos ou seja menores relações água/pele (técnicas low-float), dentro de limites aceitáveis em termos de eficiência e de qualidade da pele (banhos curtos mal dimensionados e acompanhados podem danificar as peles);
- Aproveitar alguns banhos e águas de lavagem (com ou sem tratamento prévio), noutras operações do processo industrial de curtumes. A reutilização das águas residuais pode diminuir consideravelmente o consumo de água. Existe, contudo, uma certa relutância na sua reutilização devido ao risco de os produtos químicos residuais, ou outros componentes danificarem a pele;
- Estudar a utilização de águas pluviais em aplicações específicas (sanitários, lavagens, refrigeração);
- Realização periódica de testes de fugas;
- Divulgar internamente regras simples de poupança de água e introduzir medidas operacionais e regulamentos específicos junto dos trabalhadores, em conjugação com ações de sensibilização e formação.

Apresenta-se de seguida esquema genérico sobre as várias possibilidades de reutilização.

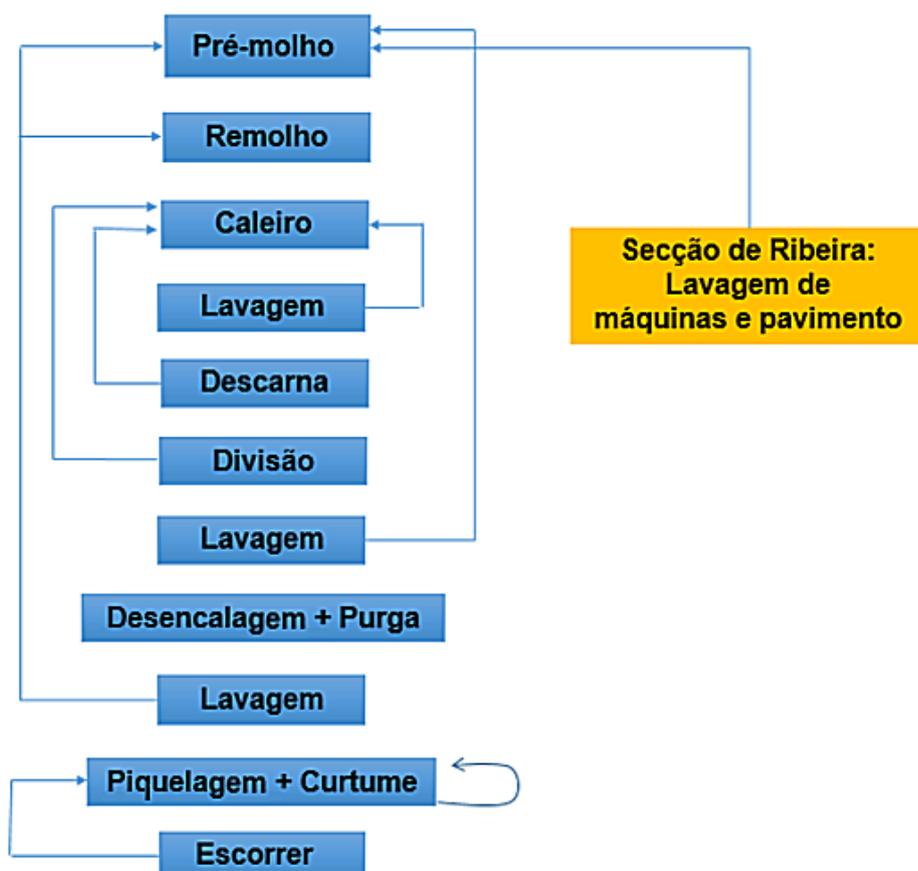


Figura 4.2 – Esquema de reutilização de águas industriais

A gestão da água, bem essencial e cada vez mais de natureza estratégica, deve ser uma prioridade, devendo o seu consumo ser utilizado criteriosamente. Para todas as técnicas mencionadas é necessário decidir, para cada caso específico, a sua viabilidade técnica e económica.

## 4.2 Tratamento da água de processo

As águas subterrâneas constituem o maior reservatório de água doce do planeta Terra. Formam-se, essencialmente, a partir da infiltração da água da chuva e, uma vez no subsolo, podem formar toalhas ou lençóis de água quase imóveis, que alimentam as fontes e os poços, ou então circular por entre as fissuras das rochas. As zonas onde a circulação de água subterrânea é mais importante que os cursos de água de superfície apresentam, em geral, uma morfologia característica denominada cársica.

Sendo um dos maiores solventes universais, a água pode conter dissolvida uma grande diversidade de substâncias. A sua salinidade pode variar de cerca de 30 g/L, no caso da água do mar, a alguns miligramas por litro no caso das águas de superfície.

No que diz respeito às águas utilizadas, existem alguns parâmetros importantes, tais como:

- pH;
- Dureza (temporária (dureza carbonatada) e permanente (dureza não carbonatada));
- Oxidabilidade (presença de matéria orgânica);
- Cor;
- Cheiro (pode afetar o produto final);
- Metais (ferro, crómio, cobre, entre outros);
- Matérias em suspensão;
- Sais solúveis (cloretos de sódio, potássio, cálcio e magnésio e sulfatos principalmente);
- Gases dissolvidos.

### 4.2.1 Requisitos básicos da água, em termos de processo produtivo de curtumes

Molho: é desejável uma dureza moderada. Um elevado teor de sólidos em suspensão ou de contaminação microbológica é indesejável;

Caleiro: uma água com dureza elevada deve ser evitada para o processo normal, e não deve ser mesmo utilizada em processos enzimáticos;

Lavagem após o caleiro: um elevado teor de carbonatos é suscetível de causar problemas;

Piquelagem e curtimenta com crómio: a dureza da água não é problemática;

Curtimenta vegetal: a dureza da água e a presença de ferro é prejudicial. Os sais de magnésio e de cálcio podem formar compostos de tanino insolúveis. Os sais de ferro podem causar depósitos e manchas na superfície da pele;

Tingimento e engorduramento: deve ser usada água sem a presença de sais de ferro; valores de dureza elevada interferem de forma geral com o normal funcionamento de gorduras e corante e podem mesmo provocar precipitação descontrolada de algumas gorduras e corantes mais sensíveis.

#### **4.2.2 Efeito das impurezas da água nos geradores de vapor**

Consideram-se impurezas da água as substâncias naturais, as substâncias resultantes de contaminações exteriores provocadas, em geral, por fenómenos de corrosão e as substâncias adicionadas para tratamento específico da própria água.

A presença destas impurezas pode causar graves dificuldades, devido ao facto do elevado volume de água vaporizada, provocar o aumento da sua concentração no gerador de vapor. Embora estes efeitos incidam no seu interior, todo o equipamento a montante, nomeadamente bombas de alimentação, pré-aquecedores e economizador, pode igualmente ser seriamente afetado.

Se a dureza da água de alimentação for excessiva e se a sua alcalinidade não for controlada, formar-se-ão incrustações nas superfícies de aquecimento, originando uma diminuição da transferência térmica e eventual sobreaquecimento com o conseqüente desperdício de combustível.

Também podem ocorrer avarias como resultado de diversos fenómenos de corrosão originados ou agravados pela presença de gases com a conseqüente degradação do equipamento, o que equivale, no mínimo, a uma redução da eficiência na produção de vapor.

Referem-se de seguida o efeito das impurezas no gerador de vapor:

##### **4.2.2.1 Sistema de alimentação e economizador**

- Corrosão no tanque de alimentação, bombas de alimentação, permutadores, circuitos de alimentação e economizador podendo provocar destruição prematura do equipamento com formação de produtos de corrosão suscetíveis de causar restrições no caudal através do sistema de alimentação.

As bombas de alimentação podem sofrer também cavitação devido a uma insuficiência de pressão da água, relacionada com o aumento da temperatura.

- Formação de incrustações nas bombas de alimentação, circuitos de alimentação, economizador e válvulas de alimentação, podendo reduzir o caudal de água de alimentação e causar insuficiência de água na caldeira.

##### **4.2.2.2 Sistema de vaporização (Caldeira)**

- Corrosão nas superfícies de transferência térmica ou noutras, podendo, em especial quando localizada, reduzir perigosamente a resistência dos tubulares e provocar perfurações ou rebentamentos;
- Formação de espuma, reduzindo a pureza do vapor;
- Deposição de lamas e formação de incrustações, provocando:
  - Sobreaquecimento e deformação das câmaras de combustão e dos tubulares, originando fugas nas juntas e nas extremidades dos tubos;
  - Dilatação e rotura dos tubos de água;
  - Obstrução dos tubos de água e seu conseqüente sobreaquecimento;

- Avarias na instrumentação com os consequentes riscos de falta de água de alimentação;
- Obstrução ou prisão das válvulas de purga;
- Acentuada perda de rendimento com o consequente desperdício de combustível;
- Corrosão das superfícies metálicas.

#### 4.2.2.3 Sistema de sobreaquecimento e turbina

- Corrosão por picadas originando perfurações e corrosão sob tensão afetando em especial os sobreaquecedores em aço e as pás das turbinas, conduzindo a avarias inesperadas, em especial nos cordões de soldadura;
- Deposição de sais provenientes da água do temperador ou de, vapor impuro, causando sobreaquecimento e rotura nos sobreaquecedores ou deposição de sílica nas pás das turbinas, provocando danos prematuros.

#### 4.2.2.4 Sistema de condensados

- Corrosão em aços, ligas de cobre e ligas de alumínio, devido a gases dissolvidos, originando fugas e contaminação do condensado pela água de refrigeração;
- Corrosão sob tensão em aços inoxidáveis provocando roturas imprevistas.

### 4.2.3 Redução dos efeitos das impurezas da água

O primeiro passo para a seleção dos tratamentos da água, deve consistir na determinação das características e da concentração das impurezas da água disponível.

No processo de evaporação, a água concentra as impurezas dissolvidas ou em suspensão, dando origem ao aumento de salinidade, com os inconvenientes já referidos. Este fenómeno deverá ser corrigido limitando a salinidade para valores convenientes, por meio de purgas contínuas ou intermitentes, que em conjugação com os tratamentos internos adequados, permitam garantir as características recomendadas para a água da caldeira.

Uma vez estabelecida a qualidade referida para a água de alimentação deverá considerar-se, na seleção do tratamento, a influência da quantidade e qualidade dos condensados recuperados. Se estes constituírem uma fonte importante de água de boa qualidade para a caldeira, a capacidade da instalação de tratamento da água de compensação pode ser bastante reduzida e o respetivo método de tratamento muito simplificado.

Os métodos de tratamento são basicamente de dois tipos:

- Tratamento externo, em que a água bruta é tratada antes da introdução na caldeira seguindo-se-lhe em geral um condicionamento químico, que visa corrigir os inconvenientes que ainda subsistam do tratamento externo;

Os principais processos de tratamento são: clarificação, amaciamento por precipitação e permuta iónica. Estes processos podem ser aplicados individualmente ou combinados, consoante as características da água disponível e a qualidade requerida para a água de alimentação.

Quando a água contiver quantidades consideráveis de matérias em suspensão, tais como, matéria orgânica, areias (sílica coloidal) e óxidos de ferro e manganês hidratados, será conveniente proceder ao processo de clarificação a fim de tornar eficientes os tratamentos subsequentes - amaciamento por precipitação e a permuta iónica. Em determinadas circunstâncias quando a água disponível contiver apreciáveis quantidades de matéria dissolvida poderá ser economicamente viável o recurso a outros processos tais como eletrodialise e osmose inversa.

- Tratamento interno, em que as características exigidas à água de caldeira são obtidas pela adição de produtos químicos na água de alimentação e/ou diretamente na caldeira. Aplica-se sempre que as exigências da caldeira ou as características da água disponível prescindam do tratamento externo.

O tratamento interno destina-se a caldeiras quer com água sem tratamento prévio, mas de relativamente boa qualidade, quer com águas previamente tratadas. O investimento é normalmente inferior ao do tratamento externo, contudo as taxas de purga poderão ser elevadas devido à necessidade de remover as lamas acumuladas no interior da caldeira.

Por outro lado, o custo dos produtos químicos utilizados, quer para a prevenção das incrustações, quer da corrosão, pode também ser avultado, pelo que se recomenda um estudo comparativo que contemple o investimento necessário aqueles tratamentos. Para além da água disponível e das características da caldeira, esta avaliação deverá ainda ter em conta a necessidade de maior frequência de limpezas químicas e consequentes paragens.

Além destes métodos de tratamento, e uma vez que os gases dissolvidos na água provocam em geral problemas de corrosão, deve proceder-se à sua remoção quer por meios físicos, quer por meios químicos, qualquer que seja o tipo de tratamento adotado.

### **4.3 Tratamento dos efluentes industriais**

Os efluentes industriais são, relativamente à sua qualidade, extraordinariamente heterogéneas dependendo da operação ou operações em curso.

É portanto difícil definir detalhadamente as suas características, se bem que em geral, estes possuem uma série de elementos que nos permitem diferenciá-los dos efluentes urbanos (domésticos), e de outros tipos de indústria. Dentro da própria indústria do couro, eles são suficientemente distintos entre si, segundo o tipo de peles manipuladas, o método de conservação das peles em bruto, os artigos a fabricar e a tecnologia aplicada.

Pode-se afirmar que geralmente, estes efluentes apresentam altos níveis de carga orgânica, sólidos em suspensão e várias substâncias tóxicas.

A operação responsável pela maior parte da carga contaminante total dos efluentes finais da indústria é o caleiro.

Em termos comparativos entre os dois processos, curtimenta vegetal ou com crómio, podemos concluir que a primeira é, a partir da operação de purga/lixo, menos poluente, uma vez que não são gerados efluentes líquidos significativos na fase de curtume propriamente dita.

Tabela 4.3 - Cargas contaminantes na curtimenta de peles salgadas de bovinos (ou ovinos) [1]

Peles salgadas de bovinos (ou caprinos)											
Parâmetros	Consumo de água	CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	Cr <sup>3+</sup>	S <sup>2-</sup>	Nkj	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Gordura	SDT
Quantidade/Ton. pele em bruto	m <sup>3</sup>	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Ribeira (molho até purga)	7-25	120-160	40-60	70-120	-	2-9	9-14	120-150	5-20	5-8	200-300
Curtume	1-3	10-20	3-7	5-10	2-5	-	0-1	20-60	30-50	1-2	60-120
Pós curtume	4-8	15-40	5-15	10-20	1-2	-	1-2	5-10	10-40	3-8	40-100
Acabamentos	0-1	0-10	0-4	0-5	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>12-37</b>	<b>145-230</b>	<b>48-86</b>	<b>85-155</b>	<b>3-7</b>	<b>2-9</b>	<b>10-17</b>	<b>145-220</b>	<b>45-110</b>	<b>9-18</b>	<b>300-520</b>
Peles salgadas e secas de ovinos											
Parâmetros	Água	CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	Cr <sup>3+</sup>	S <sup>2-</sup>	Nkj	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Gordura	SDT
Quantidade / pele	Litros	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Ribeira	65-150	250-600	100-260	150-300	-	6-20	15-30	150-400	5-40	-	-
Desengord.to e Curtume	30-100	50-300	20-100	15-30	8-12	-	4-10	40-200	30-50	40-150	-
Pós curtume	15-35	30-100	15-35	10-20	1-3	-	2-4	20-40	10-20	-	-
Acabamentos	0-10	0-5	0-2	0-2	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>110-295</b>	<b>330-1005</b>	<b>135-397</b>	<b>135-397</b>	<b>9-15</b>	<b>6-20</b>	<b>21-44</b>	<b>210-640</b>	<b>45-110</b>	<b>40-150</b>	<b>-</b>
Peles de ovinos com lã											
Parâmetros	Água	CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	Cr <sup>3+</sup>	S <sup>2-</sup>	Nkj	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Gordura	SDT
Quantidade / pele	Litros	g	g	g	g	g	g	g	g	g	kg
Ribeira	160-240	550-1100	150-1000	100	-	-	16	400	-	-	600
Curtume	40-70	150 - 300	45-250	15	15	-	2	460	-	40-150	650
Tingimento	75-100	80	25-50	80	5	-	3	50	-	-	270
Acabamentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>275-410</b>	<b>780-1500</b>	<b>220-1300</b>	<b>195</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>21</b>	<b>910</b>	<b>-</b>	<b>40-150</b>	<b>1520</b>

#### 4.4 Classificação de efluentes

De forma a definir o tipo de contaminação causada por cada operação a que é submetida a matéria-prima até ao produto final, podem-se classificar os efluentes distintos, por determinação de propriedades específicas.

- **Molho:** É gerador de volumes de água residual muito elevados. Caracterizam-se por um pH neutro, ou ligeiramente alcalino, dependendo dos auxiliares utilizados.

Normalmente contêm excrementos de animais, soro de sangue, proteínas solúveis, produtos tensoativos e humectantes, cloreto de sódio, carbonato ou hidróxido de sódio, bactericidas fungicidas e conservantes de tipo naftaleno ou outros.

- **Caleiro:** Operação que gera menores volumes de águas residuais que o molho, embora de carga contaminante substancialmente maior, representando cerca de 50% do total gerado pela indústria.

São águas de teor alcalino elevado (pH=12-14), e pior, elevadas concentrações em sulfuretos e sulfidatos de sódio, proteínas, hidróxidos (de cálcio, regra geral), restos de pelos e algumas gorduras.

- **Desencalagem e Purga:** Os volumes de águas gerados podem ser significativos e caracterizam-se numa primeira fase, por conterem quantidades apreciáveis de sulfuretos provenientes das lavagens após descarna, e depois, são normalmente ricas em sais de cálcio solúveis, substâncias pigmentarias, proteínas solúveis, enzimas e muito frequentemente, elevadas concentrações em azotos por utilização de sais amoniacais pois o seu pH é na maior parte dos casos neutro, ou ligeiramente alcalino (pH = 7,5 – 8,5).
- **Piquelagem:** Se realizada independentemente da curtimenta, produz águas residuais pouco importantes em termos de volume, mas com uma considerável carga contaminante devido às altas concentrações presentes em termos de ácidos orgânicos e inorgânicos e cloreto de sódio. O seu pH 1-3 dá origem assim a águas fortemente ácidas.
- **Curtume ao crómio:** Pequeno volume de águas rejeitado. Os problemas advêm das altas concentrações de produtos químicos utilizados. Contêm elevada salinidade, abundância em sais de crómio, carbonatos ou bicarbonatos de sódio, óxidos de magnésio, restos de fibras de couro curtidas em suspensão e também presença de gorduras emulsionadas. Os valores de pH encontrados são de carácter ácido, pH 3-4.
- **Curtume Vegetal:** As águas residuais produzidas são em volume reduzido devido a reutilização dos licores. Somente os banhos com cargas em tanino reduzidas são rejeitados, mas mesmo essas descargas podem ser caracterizadas por valores de pH 3-5, e contendo geralmente restos de taninos naturais, além de fenóis, polifenóis, sais neutros, ácidos e fibras de couro.
- **Neutralização:** Esta operação produz geralmente águas residuais com volumes significativamente abundantes segundo as características das lavagens aplicadas. Possuem uma carga contaminante relativamente baixa com concentrações variáveis de sais neutros e sintéticos neutralizantes, sais de crómio e partículas de crómio em suspensão. O pH situa-se na gama 5-6.
- **Recurtume/Tingimento/Engorduramento:** As águas residuais geradas nestas operações são de difícil caracterização devido a grande variedade de processos e tecnologias aplicadas nas diferentes unidades industriais. São geralmente águas de carácter ligeiramente ácido, pH 4 - 5,5, com concentrações variáveis de taninos minerais, vegetais e sintéticos, produtos derivados do fenol, naftaleno ou outros, corantes, aldeídos, resinas acrílicas e outras, gorduras emulsionadas, compostos derivados do amoníaco, emulsionantes, ácido fórmico e outros produtos específicos.

Os volumes de águas gerados por estas operações são também muito variáveis, dependendo dos processos e tecnologias aplicadas.

#### 4.5 Efeitos nocivos de vários compostos presentes nos efluentes

Os vários elementos e compostos presentes nos efluentes gerados pela indústria de curtumes provocam efeitos nocivos, dos quais se destacam os seguintes:

- **Cloretos:** São rejeitados basicamente sob a forma de cloreto de sódio, tendo geralmente um efeito inibidor nocivo no desenvolvimento da vida animal em cursos de água.
- **Sulfuretos:** Gerados sob a forma de sulfureto e sulfidrato de sódio na operação do caleiro produzindo o cheiro extremamente desagradável associado a esta indústria.

Em meio ácido a sua adição origina a formação de gases de ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S), que se depositam no fundo dos poços e canos, sendo fatais por inalação mesmo em quantidades reduzidas. Provocam ainda redução do conteúdo de oxigénio existente na água, vital para a manutenção de condições favoráveis à sobrevivência e desenvolvimento da maior parte de espécies animais e vegetais existentes nos cursos de água. Acelerador de corrosão de diversos materiais.

- **Alcalinidade:** Atua como inibidor do desenvolvimento e sobrevivência de vários tipos de espécies animais e vegetais, diminuindo a eficácia de alguns tratamentos biológicos utilizados. A sua presença aumenta também a velocidade de corrosão de vários materiais.
- **Sólidos em suspensão:** Eventualmente formam depósitos nos canos e outras linhas de água, chegando a causar bloqueio total da corrente. A sua deposição no leito de cursos de água forma um manto inibidor do desenvolvimento das várias espécies animais e vegetais. Se não ocorrer a sua deposição, provocam turvação nas águas impedindo a penetração da luz solar, diminuindo por consequência a função de fotossíntese das espécies vegetais ao longo do curso de água. Dependendo da sua origem e formação, podem ser fonte de cheiro desagradável e afetar largamente os valores de carência química e bioquímica de oxigénio.
- **Óxidos de crómio:** O crómio pode estar sob diversas formas. Os bicromatos têm efeito nocivo na maior parte dos organismos, além de efeito corrosivo em linhas de escoamento de esgotos industriais.

Por sua vez os sais de crómio trivalente não apresentam grandes índices de perigo, podendo ser tolerados em pequenas quantidades. Os compostos de crómio hexavalente são de importância capital relativamente aos efeitos prejudiciais na vida humana (elevado poder cancerígeno e alta toxicidade).

Estes só se formam quando se incineram depósitos de resíduos sólidos curtidos onde o crómio trivalente é convertido em crómio hexavalente, por fornecimento de energia.

- **Gorduras:** As gorduras provenientes dos processos produtivos de curtumes podem, nas suas diversas formas, provocar formação de depósitos que conduzem a bloqueios das linhas de esgotos.

Geralmente têm tendência para flutuar na água, formando camadas que impedem o acesso de luz e oxigénio. Quando emulsionadas com uso de agentes redutores de tensão superficial, depositam formando sedimentos.

Por estes fatores a purificação não se pode efetuar por processos de sedimentação e as gorduras emulsionadas originam espumas que diminuem a eficácia dos processos de tratamento.

- **Bactericidas e Fungicidas:** São normalmente gerados em pequenas quantidades, mas ainda assim, suficientes para diminuir as condições de desenvolvimento de plantas e animais. Em virtude do regime de descarga das águas residuais ser descontínuo, das várias operações do processo e interações entre os diversos tipos de águas descarregadas, que se encontrariam ao longo do período de laboração, torna difícil avaliar e definir rigorosamente a carga contaminante produzida por unidade de processamento.

#### **4.6 Medidas criadas pela indústria para redução de impacto ambiental nos efluentes**

A indústria tem procurado reduzir o impacto ambiental criando estruturas e implementando tecnologias, de modo a reciclar algumas das suas águas e tratar os seus efluentes líquidos.

Como a indústria está centrada em Alcanena, foi aí construída uma ETAR coletiva de modo a tratar os efluentes líquidos gerados.

As empresas não situadas nesta zona tiveram de criar soluções próprias, deixando quase na totalidade de executar as duas primeiras fases (Ribeira e Curtume), só efetuando a terceira fase (Recurtume, Neutralização, Tingimento e Engorduramento) e sendo obrigadas a possuir uma estação de tratamento para estes efluentes, a qual implica um grande dispêndio económico.

Para a reciclagem do crómio foi criada a unidade SIRECRO – Sistema de Recuperação de Crómio (ex-ALVICRÓ) com capital das empresas de curtumes ficando estas obrigadas a entregar aí os seus banhos residuais de curtume, tendo direito a receber gratuitamente uma percentagem do concentrado.

No que respeita às unidades de pré-tratamento (UPI), existem órgãos e equipamentos de três tipos e destinados a:

- Retirar os sólidos, tais como raspas, pelos e gorduras, evitando que este tipo de materiais e substâncias tenham possibilidades de aceder ao interior do coletor/emissário à ETAR e provocar problemas de obstrução;
- Controlar a qualidade dos efluentes, através da separação dos banhos de caleiro, que são tratados na ETAR a horas específicas e através da separação dos banhos de curtume, que são tratados numa unidade exterior (SIRECRO).

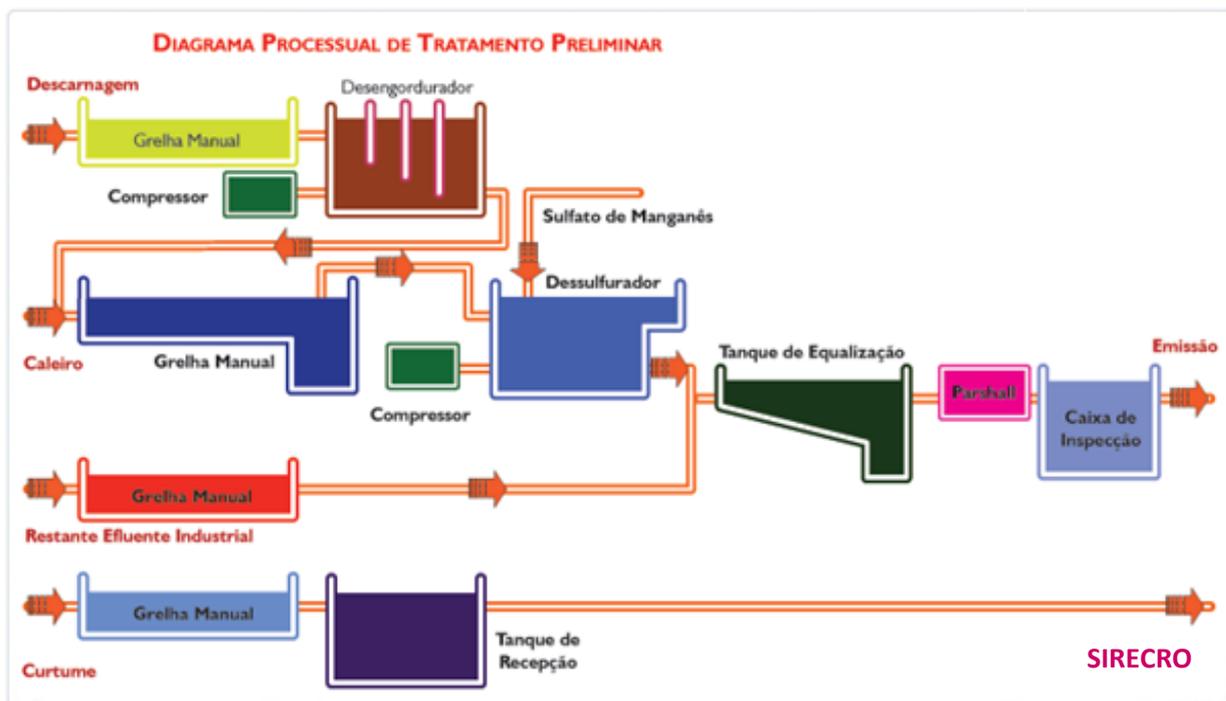


Figura 4.3 – Esquema-tipo de uma UPI

Um ponto de grande importância é a manutenção e preservação de todas as unidades componentes de um sistema de tratamento.

É fundamental conseguir um bom funcionamento de todos os órgãos e equipamentos e garantir que águas residuais obtidas tenham as características adequadas à sua descarga no meio recetor, no caso, o coletor da AUSTRA.

## 4.7 Equipamentos das UPI's e procedimentos de manutenção

### 4.7.1 Grades e Tamisadores

Estes equipamentos funcionam como um filtro e destinam-se a remover os sólidos grosseiros, impedindo a sua passagem para o coletor de acesso à ETAR. Os procedimentos correntes desta operação correspondem a:

- Instalação de um contentor móvel de resíduos sólidos junto ao equipamento;
- Limpeza manual das grades, uma vez por dia, colocando os resíduos no contentor móvel;
- Limpeza manual do contentor de resíduos provenientes do tamisador, uma vez por semana, colocando os resíduos no contentor móvel;
- Envio dos resíduos para o Aterro.



Figura 4.4 – Sistema de tamisador

Os problemas operativos surgem ao nível do equipamento (avarias), condições sanitárias (proliferação de moscas e outros insetos, odores desagradáveis, acumulação de gradados) e condições de escoamento (acumulação de areias ou má limpeza, provocam a colmatação).

#### **4.7.2 Desengordurador**

Esta operação tem por objetivo a separação, por diferença de densidade, de óleos, gorduras e outros elementos mais leves do efluente. Existe na UPI um desengordurador do tipo estático (aplica-se a caudais até 20 m<sup>3</sup>/h e faz a separação sem qualquer meios auxiliares).

O operador deve retirar as gorduras no mínimo uma vez por mês e colocá-las no contentor móvel.

#### **4.7.3 Tanque para armazenamento de banhos de caleiro**

Este tanque deve ter capacidade suficiente para armazenar as águas provenientes do caleiro e respetivas lavagens.

Estas águas devem ser dessulfuradas com 40 mg/L de solução de sulfato de manganês a 10% e com arejamento prolongado durante 6 - 8 horas (em cada caso, estas condições devem ser otimizadas).

Este procedimento é fundamental para permitir a realização de um pré-tratamento específico destas águas na ETAR e evitar problemas nos tratamentos posteriores.

Tal como requerido no Regulamento da AUSTRA, estas águas residuais devem ser descarregadas no coletor no período compreendido entre as 0.00 horas e as 3.00 horas da manhã. Esta descarga é feita de forma automática através de um temporizador programado.

É expressamente proibido descarregar destas águas fora do referido período, sem prévia autorização da AUSTRA.

Este tanque deve ser lavado pelo menos uma vez por mês, com água em alta pressão, para eliminar lamas e incrustações que se acumulem nas paredes.

As membranas devem ser substituídas assim que percam a sua eficiência.

#### **4.7.4 Tanque para armazenamento de banhos de crómio**

Este tanque deve ter capacidade suficiente para armazenar as águas provenientes do curtume (banhos de crómio).

Quando o mesmo se encontrar cheio, a empresa de contactar a AUSTRA, por forma a ser efetuada a recolha dos banhos para a unidade de reciclagem (SIRECRO).

Este tanque tem de ser lavado pelo menos de dois em dois meses, com água em alta pressão, para eliminar resíduos e incrustações que se acumulem nas paredes.

#### **4.7.5 Tanque de Homogeneização**

Este tanque serve para armazenar as águas (com exceção do caleiro e curtume), homogeneizar a sua qualidade e as suas características físico-químicas.

Quando cheio é descarregado para o coletor através de um sistema de bombagem.

Este tanque deve ser lavado pelo menos mensalmente, com água em alta pressão, para eliminar resíduos e incrustações que se acumulem nas paredes.

#### **4.7.6 Medidor de Caudal**

O medidor de caudal mede o volume de efluente escoado por unidade de tempo e tem capacidade para deixar passar o caudal de ponta. As caleiras ou as tubagens devem permanecer limpas e desobstruídas.

#### **4.7.7 Caixa de inspeção**

A caixa de inspeção é de acesso vedado ao industrial e contém uma grelha que permite proteger o sistema e verificar o comportamento dos órgãos de gradagem atrás referidos (pode ser utilizada para a fiscalização das condições de descarga das águas residuais).

É portanto de extrema importância ter todos os órgãos de filtragem a funcionar corretamente.

#### **4.7.8 Recolha de amostras**

Em intervalos de tempo não programados, os técnicos da AUSTRA visitam as instalações para verificar o correto funcionamento da UPI e recolher amostras do efluente para análise.

Compete ao responsável da UPI receber e acompanhar o técnico enquanto permanecer na empresa, facultar-lhe o acesso e receber uma das amostras recolhidas, a fim de ser possível uma contra-análise.

#### **4.7.9 Segurança**

Por forma a garantir condições de higiene e segurança, deve ser disponibilizado ao operador o seguinte Equipamento de Proteção Individual: máscara, luvas, botas de borracha e fato de proteção.

Tabela 4.3 – Quadro de atividades

Atividade	Periodicidade
Limpeza e arrumação	Diariamente
Grades	Limpeza 1 vez por dia
Contentor do tamisador	Limpeza 1 vez por semana
Desengordurador	Remoção de gorduras 1 vez por mês
Tanque de homogeneização	Lavagem mensal
Tanque de caleiro	Descarga diária (se aplicável) Lavagem mensal
Tanque de crómio	Descarga quando necessário Lavagem de 2 em 2 meses

Como uma boa prática, estas operações de manutenção devem ficar devidamente registadas.

Sem prejuízo do disposto em legislação especial, é interdito o lançamento nos coletores de águas residuais do Sistema de Alcanena, qualquer que seja o seu tipo, diretamente ou por intermédio de canalizações, de:

- Águas pluviais;
- Águas residuais industriais resultantes do banho de crómio em que o teor deste metal seja superior aos Valores Limite de Emissão;
- Produtos líquidos, sólidos, ou gasosos (por exemplo: gasolina, benzeno, nafta e gasóleo) que possam dar origem a substâncias inflamáveis ou explosivas;
- Águas residuais contendo líquidos, sólidos ou gases que, pela sua natureza química ou microbiológica (por exemplo: venenosos, tóxicos ou radioativos) ou em tal quantidade que, quer isoladamente, quer por interação com outras substâncias, possam constituir um elevado risco para a saúde pública ou para a conservação das redes de coletores e da ETAR de Alcanena;
- Águas com propriedades corrosivas capazes de danificarem ou porem em perigo as estruturas e equipamentos dos sistemas de drenagem, designadamente com pH inferiores a 3,0 ou superiores a 12,5;
- Lamas e substâncias sólidas ou viscosas (por exemplo: gorduras ou óleos que resultem de operações de manutenção ou do tratamento de resíduos) em quantidades ou dimensões tais que possam causar obstruções ou qualquer outra interferência com o funcionamento do Sistema;
- Entulhos, areias, lamas, cinzas, cimento, resíduos de cimento ou qualquer outro produto resultante da execução de obras;
- Quaisquer outras substâncias que, de uma maneira geral, possam obstruir e ou danificar os coletores e seus acessórios, ou causar danos nas instalações de tratamento e que prejudiquem ou destruam o processo de tratamento final.

**Nota:** De salientar que com a revisão do regulamento as situações de incumprimento foram agravadas em termos de coimas a pagar pelos utilizadores do Sistema.

## 4.8 Otimização de desempenho da ETAR de Alcanena

A ETAR de Alcanena está também em fase de transformação, integrando algumas questões de fundamental importância para a otimização do seu desempenho:

- Remodelação da rede de coletores (rede separativa de águas residuais domésticas e industriais);
- Reabilitação, requalificação e atualização da ETAR de Alcanena, com vista a:
  - Aumentar a capacidade de tratamento e a melhoria da eficiência (alterações na tipologia do tratamento implementado): o processo de tratamento será articulado fundamentalmente sobre 2 estádios biológicos de lamas ativadas, em série, para os quais serão aproveitadas as infraestruturas existentes, e também sobre a separação das linhas de efluentes domésticos e industriais;
  - Reduzir os cheiros e odores gerados na ETAR (dessulfuração específica e melhoria das lamas);
  - A produção de uma menor quantidade de lamas e uma melhor estabilização das mesmas;
  - A diminuição de custos operativos e de manutenção;
  - A otimização do controlo operacional.

A AUSTRA dispõe de um novo Regulamento das Águas Residuais, aprovado no início de 2014, o qual tem por objetivos:

- Proporcionar que o desenvolvimento resultante da atividade industrial se harmonize com as exigências de proteção ambiental e a qualidade de vida a que tem direito a população residente na bacia hidrográfica do rio Alviela;
- Assegurar que as descargas de águas residuais não afetem negativamente:
  - A durabilidade e as condições hidráulicas de escoamento da rede de coletores;
  - As condições de operação e manutenção da estação de tratamento;
  - O destino final das lamas produzidas;
  - A ecologia do meio recetor.
- Assegurar a cobertura global dos custos do Sistema (reintegração e encargos de operação/manutenção), bem como a sua distribuição pelos utilizadores, de acordo com a quantidade e qualidade das águas residuais descarregadas.

Verificou-se uma alteração nas classes existentes, alargando-se o seu número para sete, por forma a contemplar as diferentes situações existentes e a premiar a utilização de processos menos poluentes:

- Classe 1 — Unidade industrial de curtumes que processe maioritariamente operações de ribeira;
- Classe 2 — Unidade industrial de curtumes que processe pele em bruto — ciclo completo crómio;

- Classe 2A — Unidade industrial de curtumes que processe pele em bruto — ciclo completo crómio, sem operações de depilação e caleiro;
- Classe 3 — Unidade industrial de curtumes que processe pele em bruto — ciclo completo vegetal ou com outro processo alternativo;
- Classe 3A — Unidade industrial de curtumes que processe pele em bruto — ciclo completo vegetal ou com outro processo alternativo, sem operações de depilação e caleiro;
- Classe 4 — Unidade industrial de curtumes que processe recurtume, tingimento e acabamentos;
- Classe 5 — Operadores de Gestão de Resíduos (Prestadores de Serviços);
- Classe 6 — Restantes unidades industriais e outros utilizadores;
- Classe 7 — Município.

Foi também criada uma Comissão de Acompanhamento com vista à classificação e reclassificação das novas unidades, bem como as já existentes. A Comissão de Acompanhamento é composta por três elementos de reconhecida competência técnica, sendo um indicado pela entidade gestora (AUSTRA), um indicado pelo Município de Alcanena e um nomeado pelo Centro Tecnológico das Indústrias do Couro (CTIC).

Foram alterados os fatores de ponderação para ajustar os custos de tratamento à poluição gerada em cada classe e subclasse, incentivando dessa forma uma melhoria do desempenho ambiental das empresas, nomeadamente através da substituição de produtos químicos, da redução de consumos, da adoção de tecnologias menos poluentes e da melhoria das condições de pré-tratamento.

Foram também alterados os Valores Máximos Admissíveis, ajustando-os à nova realidade do setor, mas também à crescente exigência de melhoria do seu desempenho.

Tabela 4.4 – Valores Máximos Admissíveis (amostras compostas)

**Valores máximos admissíveis para parâmetros expressos em g/m<sup>3</sup> (mg/L)  
das águas residuais a rejeitar no Sistema de Alcanena**

	CL1	CL2	CL2A	CL3	CL3A	CL4	CL5	CL6	CL7
<b>SST</b>	13.000	10.000	10.000	10.000	10.000	2.000	4.500	definir caso a caso	500
<b>CQO</b>	15.000	12.000	12.000	12.000	12.000	6.000	10.000		700
<b>Cloretos</b>	15.000	12.000	12.000	12.000	12.000	300	---		---
<b>Sulfuretos</b>	30	30	7,5	30	7,5	7,5	---		---
<b>Crómio</b>	90	90	90	15	15	60	---		---
<b>Total</b>									
<b>Gorduras</b>	500	500	500	500	500	50	---	---	

**VMA** - Valor Máximo Admissível, entendido como valor médio diário determinado com base numa amostra representativa de água residual, descarregada no período laboral

Tabela 4.5 – Valores Máximos Admissíveis (amostras pontuais)

**Valores máximos admissíveis pontuais para parâmetros expressos em  $g/m^3$  (mg/L) das águas residuais a rejeitar no Sistema de Alcanena**

	<b>CL1</b>	<b>CL2</b>	<b>CL2A</b>	<b>CL3</b>	<b>CL3A</b>	<b>CL4</b>
<b>SST</b>	39.000	30.000	30.000	30.000	30.000	6.000
<b>CQO</b>	45.000	36.000	36.000	36.000	36.000	18.000
<b>Cloretos</b>	45.000	36.000	36.000	36.000	36.000	900
<b>Sulfuretos</b>	100	60	15	60	15	15
<b>Crómio Total</b>	150	150	150	30	30	90
<b>Gorduras</b>	700	700	700	700	700	70

**VMAP** – Valor Máximo Admissível Pontual, entendido como valor determinado com base numa amostra aleatória pontual.

Por outro lado, foi revisto o regime de contra ordenações aplicável, reforçando os montantes inerentes às infrações classificadas como graves e muito graves, bem como os montantes inerentes à reincidência nas diversas infrações.

#### 4.9 Outras águas

A crescente impermeabilização dos núcleos urbanos torna cada vez mais complexa e grave a drenagem das águas pluviais, aumentando a probabilidade de inundações, aluimentos e outros acidentes.

A separação, captação e utilização das águas pluviais para fins que não necessitem de águas potáveis é um contributo importante para o uso racional da água.

Vejamos alguns exemplos:

- Arrefecimento de telhados e máquinas;
- Climatização interna;
- Lavagem de peças e equipamentos;
- Reservatório contra incêndios;
- Descargas sanitárias;
- Em alguns casos, como águas do processo.

A separação das águas pluviais nem sempre é bem controlada e, em alguns casos, as calhas descarregam para os coletores das águas residuais das empresas, aumentando desnecessariamente o volume a tratar desnecessariamente e os custos associados.

A quantidade de água acumulada depende da área efetiva onde a captação é feita, do volume do reservatório e da quantidade e distribuição temporal de chuva.

O investimento necessário para a instalação de um sistema de aproveitamento das águas pluviais torna-se secundário se já existirem equipamentos como calhas e condutores verticais instalados.

Embora o processo de drenagem, armazenamento e utilização das águas pluviais seja bastante simples, existem alguns cuidados a ter, tais como: a identificação e sinalização das tubagens, do reservatório e demais equipamentos, a instalação de filtros e de um reservatório de fácil limpeza e garantir a sua não contaminação.

Os princípios gerais a privilegiar deverão ser no sentido de:

- Separar progressivamente águas pluviais dos efluentes industriais;
- Eliminar ou reduzir as descargas de efluentes poluídos no meio recetor;
- Estudar e aplicar medidas de valorização destas águas;
- Melhorar a qualidade das infraestruturas para minimizar a infiltração de águas pluviais nas redes de águas residuais;
- Integração da gestão urbana da água nos instrumentos de ordenamento do território.

## 5. GESTÃO DE ENERGIA

### 5.1 Introdução

O peso da fatura energética nos custos de exploração numa empresa do sector industrial é habitualmente baixo, quando comparado com o peso de outros fatores 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.

Adicionalmente continua presente na mente de alguns industriais a ideia de que o crescimento económico acarreta necessariamente um aumento dos consumos de energia. O conceito de Utilização Racional de Energia, surgido no seguimento dos chamados choques petrolíferos, veio alterar decisivamente a forma de encarar a energia, demonstrando ser possível crescer sem aumentar os consumos ou afetar a qualidade da produção. A chave da questão designa-se **Gestão de Energia**. Como qualquer outro fator de produção, a energia deve ser gerida contínua e eficazmente.

Embora o argumento da competitividade continue naturalmente a ser aquele que mais sensibiliza a generalidade dos industriais, a crescente pressão ambiental veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia. 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.

Com efeito, 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 objeto de gestão.

No momento da realização de um diagnóstico energético, dever-se-á ter bem presente que as indústrias são um lugar físico onde se transformam uma série de matérias para produzir um bem. Portanto, para caracterizar o seu comportamento, é preciso conhecer uma série de dados de produção:

- Regime de funcionamento, indicando se este varia aos fins-de-semana ou esporadicamente;
- Grau de utilização da capacidade produtiva referente ao horário habitual (diário e semanal) e não sobre as 24 horas do dia;
- Estrutura de custos, não sendo fácil cobrir toda a informação que seria necessário conhecer. Neste capítulo, é importante e necessário dispor da informação relativa à representatividade do consumo energético sobre o valor da produção;
- Outros....

É fundamental dispor da informação correta, tanto de matérias-primas, como dos produtos principais. Assim, poder-se-á ter uma boa ideia da qualidade do uso da energia, mediante as medições e cálculos dos consumos e custos energéticos.

## 5.2 Situação Energética da Indústria de Curtumes

Os dados estatísticos existentes sobre os consumos energéticos da Indústria de Curtumes são insuficientes para a apresentação da situação energética do setor, com o pormenor e rigor desejáveis.

Contudo, o consumo de energia nas empresas de curtumes depende, principalmente, dos seguintes fatores:

- Métodos de produção, bem como a capacidade e tamanho dos equipamentos;
- Idade e sofisticação dos motores elétricos;
- Tipo de movimentação mecânica dos couros e das peles;
- Métodos de secagem utilizados;
- Perdas de calor nos equipamentos e nos edifícios;
- Taxas de renovação do ar nos edifícios, por forma a cumprir a regulamentação de Higiene e Segurança no Trabalho;
- Existência de tratamento de águas residuais no local;
- Existência de tratamento de resíduos e recuperação de energia a partir dos mesmos.

Verifica-se habitualmente nas fábricas de curtumes uma maior componente térmica da energia, relativamente à componente elétrica. A componente térmica é habitualmente 2 a 4 vezes superior à componente elétrica. A energia elétrica é consumida essencialmente na força motriz dos equipamentos e nos escritórios enquanto os combustíveis (principalmente fuelóleo, gás natural e biomassa) são consumidos em caldeiras de vapor.

Tabela 5.1 – Consumo de energia térmica e energia elétrica [1]

Tipo	Utilizações	% do consumo total
Energia térmica	– Secagem	32 – 34
	– Água quente	32 – 34
	– Aquecimento de instalações	17 – 20
Energia elétrica	– Equipamentos produtivos (máquinas e fulões)	9 – 12
	– Ar comprimido	1,5 – 3
	– Iluminação	1,5 – 3

Estes valores podem variar muito entre as diferentes empresas, sendo importante que as comparações sejam feitas na mesma base.

### 5.2.1 Consumos sectoriais de energia

Os sectores que consomem mais energia numa fábrica de curtumes são o recurtume e respetiva secagem e o acabamento.

No recurtume os banhos atingem temperaturas da ordem dos 60°C (energia térmica) enquanto na ribeira e curtume grande parte do processo é efetuado à temperatura ambiente.

A secagem das peles recurtidas pressupõe a passagem em estufas (energias elétrica e térmica) e no secador de vácuo (energias elétrica e térmica).

Os acabamentos envolvem a aplicação de composições em máquinas de rolos, pistolas e máquinas de cortina, às quais sucedem túneis de secagem. Nestes túneis de secagem passa vapor (energia térmica) que permuta calor com ar forçado (energia elétrica).

Em todas as fases do processo existem operações físico-químicas e mecânicas promovendo o consumo de energia elétrica. A rotação dos fulões consome muita energia elétrica.

### **5.2.2 Regulamento de gestão dos consumos de energia**

Entre os consumos específicos de referência, K's, de acordo com as publicações da DGGE – Direção-Geral de Energia e Geologia, encontra-se um valor que diz respeito à Indústria de Curtumes (*Indústria de curtumes e acabamento de couros e peles*):

$$\text{Curtumes tingidos e curtidos para vários fins} - K = 115 \text{ kgep} / 10^3 \text{ pe}^2$$

Tendo em conta dados recolhidos em indústrias representativas do setor, verifica-se atualmente o seguinte valor médio:

$$C = 170 \text{ kgep} / 10^3 \text{ pe}^2$$

### **5.3 Medidas de Uso Racional da Energia**

O estudo energético geral de uma empresa deve ser acompanhado por um estudo mais particular dos seus processos e dos equipamentos que intervêm nos mesmos. Nesta análise deve determinar-se o estado dos processos e detetar os possíveis pontos de atuação e melhoria nos equipamentos que intervêm, implementando as melhorias que pressuponham um avanço em termos de redução de consumo e eficiência energética.

De seguida, são abordadas algumas medidas que ajudam a favorecer o uso eficiente da energia e a reduzir o seu consumo. Estas medidas apresentam-se agrupadas por equipamentos ou processos para favorecer a sua identificação e possível inserção.

### **5.4 Contabilidade energética e boas práticas**

A este capítulo cabe diferenciar os seguintes aspetos relacionados com a contabilidade, distribuição e contratação das energias que intervêm em cada processo:

#### **5.4.1 Gestão energética eficaz**

Como base de partida para realizar uma gestão energética eficaz, a empresa deve ser capaz de conhecer com precisão as quantidades de cada tipo de energia que consome.

Na maioria das empresas, para cada tipo de energia, conhece-se apenas o consumo total.

Porém, é necessário separar este consumo nos diferentes sistemas e subsistemas das instalações para adquirir um conhecimento dos fluxos de energia nas suas diferentes fases (geração, transporte e uso) e poder assim otimizar as atuações tendentes a reduzir o gasto energético.

#### **5.4.2 Elaboração de índices e custos energéticos**

De forma complementar, é necessário elaborar índices de eficácia energética e calcular indicadores económicos, dispondo desta forma das ferramentas adequadas para poder conhecer ao pormenor o estado do processo e comparar com processos semelhantes noutras empresas análogas, e caso necessário, adotar as medidas corretivas oportunas.

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

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

#### **5.4.3 Contratação e faturação energética**

Escolhidos os tipos de energia que se vão consumir e a quantidade necessária de cada tipo, é preciso estudar a modalidade de contratação para cada uma das energias.

É conveniente ter um conhecimento suficientemente amplo das características técnicas, económicas, comerciais e legais do mercado energético, sendo recomendável dispor na empresa de um responsável energético ou, caso se tratar de uma indústria pequena, recorrer a um especialista exterior.

Juntamente com esta escolha, deve realizar-se de forma periódica uma análise da faturação energética, comprovando se é a mais correta em função das diferentes modalidades de preços.

#### **5.4.4 Energia reativa**

O fator de potência é um dado chave na altura de estudar a eficácia energética de uma instalação elétrica de corrente alterna. Todos os recetores de energia elétrica cujo princípio de funcionamento se baseie nos efeitos dos campos eletromagnéticos para além de requerem potência ativa, requerem energia reativa para o seu funcionamento.

A potência reativa (Q) constitui energia não útil e a sua presença deve ser limitada, dado que gera maiores perdas energéticas na forma de calor e obriga a sobre dimensionar de modo desnecessário a rede elétrica.

Por este motivo, as companhias elétricas (de acordo com a legislação vigente), penalizam o excessivo consumo de energia reativa, dando lugar na faturação elétrica a uma taxa ou complemento por energia reativa. Pretende-se evitar uma sobrevalorização na fatura, provocado por um baixo fator de potência.<sup>1</sup> No caso de Portugal, se o fator de potência for inferior a 0,93 apenas acontece um encarecimento.

Para corrigir (aumentar) um fator de potência demasiado reduzido, utilizam-se equipamentos de compensação de energia reativa, normalmente baterias de condensadores. A colocação de baterias de condensadores deve ser precedida de um estudo de rentabilidade económica.

Em instalações onde as flutuações de carga são importantes e rápidas recomenda-se a instalação de uma bateria de condensadores com equipamento de regulação rápida de energia reativa.

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

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

#### **5.4.5 Motores elétricos**

Os motores elétricos abastecem, na maioria dos casos, a energia que movimenta os acionamentos industriais, pelo que a sua operação e conservação representa um campo importante de oportunidades para a poupança de energia, que se traduz numa redução dos custos de produção e numa maior competitividade. Estes equipamentos são uma das principais fontes de consumo de energia, sendo os responsáveis de 70% do consumo de eletricidade na indústria europeia. O custo da utilização de um motor elétrico é de 95% em energia, 3% na compra e 2% na sua manutenção.

A poupança de energia começa com a seleção apropriada dos motores a cada aplicação, sendo necessário atender a fatores como: condições ambientais de operação, condições de arranque ou regulação de velocidade, tamanho ou potência. As maiores poupanças de energia elétrica obtêm-se quando o motor e a sua carga operam à sua máxima eficácia.

Nem toda a energia elétrica que um motor recebe, se converte em energia mecânica. No processo de conversão, apresentam-se perdas, pelo que a eficácia nunca será nos 100%. Se as condições de operação de um motor estiverem incorretas ou se este tiver alguma imperfeição, a magnitude das perdas pode superar em muito as de desenho, com a consequente diminuição da eficácia. De forma geral, um motor converte 85% da sua energia elétrica em energia mecânica, perdendo 15% no processo de conversão. Na prática, consome-se (e paga-se) inutilmente a energia utilizada para fazer funcionar o motor.

---

<sup>1</sup> O fator de potência ( $\cos \varphi$ ) é o parâmetro que permite determinar a fração de energia ativa na instalação elétrica.

É especialmente interessante introduzir critérios de eficácia no momento de adquirir motores novos ou de substituir algum dos existentes.

Usar motores de maior eficiência, reduz as perdas e os custos de operação. Os motores eficazes, ainda que inicialmente pressuponham um maior investimento, permitem recuperá-lo em pouco tempo, reduzindo de forma global os custos de operação, e apresentando como vantagens adicionais:

- Menor consumo (para a mesma carga);
- Mais fiabilidade e menores perdas;
- Rendimento consideravelmente maior;
- Amortização em 2,5 anos aproximadamente;
- Operação a menor temperatura;
- Suportam melhor as variações de tensão e os harmónicos;
- Fator de potência sensivelmente maior;
- Operação mais silenciosa.

Segundo a eficácia energética dos motores elétricos, estes classificam-se em:

- EFF1: Motores de elevada eficácia;
- EFF2: Motores de eficácia normal;
- EFF3: Motores de eficácia reduzida.

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

Tabela 5.2 – Medidas de poupança energética – Motores Elétricos

Nº	Medida
1	Desligar os motores nos momentos que funcionem em <i>stand-by</i> pois ainda assim consomem grande quantidade de energia.
2	Evitar o arranque e operação simultânea de motores, sobretudo os de média e grande capacidade.
3	<p>Verificar as horas de operação anuais de cada motor e analisar a eficácia do motor face ao tempo de operação que tem.</p> <p>Nesta análise dividiremos os motores em três categorias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Substituição imediata: motores com funcionamento contínuo (mais de 8.000 horas por ano);</li> <li>▶ Substituição quando se produzam falhas;</li> <li>▶ Permanência da situação atual: motores eficazes ou que funcionam menos de 2.000 horas por ano. Podem ser rebobinados ou substituídos por um motor semelhante.</li> </ul> <p>Evitar sempre rebobinar um motor mais de 2 vezes (pode alterar as suas características e incrementar as perdas de energia).</p>
4	<p>No caso de se substituir algum dos motores existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Escolher motores de indução trifásicos em vez de monofásicos. Em motores de potência equivalente, a sua eficácia é de 3 a 5% maior e o seu fator de potência é mais elevado;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Se a carga permitir escolher motores de alta velocidade. Na necessidade de motores de grande potência e baixa velocidade, considerar a possibilidade de utilizar motores síncronos em vez de motores de indução;</li> <li>▶ Em geral, perante a presença de um dano no motor, os motores de menos de 5 kW devem ser substituídos, nos motores de mais de 30 kW deve-se levar a cabo a substituição das peças afetadas, e nos motores de entre 5 e 30 kW deve avaliar-se a situação.</li> </ul>
5	Verificar o modo de arranque dos motores e se este se realiza de forma sequencial e planificada.
6	<p>Verificar a existência de variações de tensão e o correto dimensionamento dos cabos. Uma tensão reduzida nos terminais do motor gera um aumento da corrente, sobreaquecimento e diminuição da sua eficácia.</p> <p>As normas permitem uma queda de tensão nos 5%. Para evitar elevadas quedas de tensão, utilizar os condutores corretamente dimensionados.</p>
7	Verificar o desequilíbrio entre fases, evitando que este seja superior aos 5%, recomendando-se que seja inferior a 1%.
8	<p>Verificar o dimensionamento dos motores e comprovar que operam com fator de carga entre os 65% e os 100%.</p> <p>O rendimento máximo obtém-se quando operam entre os 75% e os 95% da sua potência nominal e cai bruscamente para cargas reduzidas ou quando sobrecarregado.</p>
9	Retificar o fator de potência e, no caso de não estar próximo da unidade, analisar a possibilidade de instalar baterias de compensação de energia reativa.
10	Verificar a existência de possíveis perdas por más ligações ou na distribuição da energia.
11	Retificar o correto alinhamento do motor com a carga alimentada, evitando possíveis perdas por atritos desnecessários. Mesmo assim, é preciso retificar a lubrificação dos motores para evitar de igual forma perdas por atritos ou fricções.
12	Verificar o número de arranques do motor. Em caso de serem excessivos analisar a possibilidade de instalar arrancadores de tensão reduzida. Com isto, evita-se um aquecimento excessivo e consegue-se diminuir as perdas durante a aceleração.
13	Instalar equipamentos de controlo de temperatura do óleo de lubrificação dos rolamentos de motores de grande capacidade a fim de minimizar as perdas por fricção e elevar a eficácia.
14	Retificar a correta ventilação dos motores, pois um sobreaquecimento dos mesmos traduz-se num aumento de perdas, pode danificar os isolamentos e origina uma diminuição da sua eficácia.
15	<p>Utilizar arrancadores estrela – triângulo ou de enrolador partido como alternativa dos arrancadores a tensão reduzida quando a carga impulsiona não precise de alto par de arranque.</p> <p>São mais económicos e eficazes em termos de energia, mas apresentam o inconveniente do par de arranque se reduzir.</p>
16	Realizar a inspeção periódica do motor, incluindo leituras de corrente, potência, velocidade, resistência de isolamento, etc., com o fim de verificar se se mantêm as condições apropriadas de funcionamento e a sua eficácia, e para realizar ações corretivas, quando necessário.
17	<p>Registrar se os motores de indução utilizam variadores de velocidade.</p> <p>A regulação de velocidade tem múltiplas vantagens: poupança energética como consequência de um consumo mais adequado à carga exigida e diminuição dos picos de potência nos arranques.</p>

18	<p>No caso de dispor de variadores de velocidade antigos, avaliar se podem ser substituídos por outros do tipo eletrónico. Permitem melhorar ou reduzir a manutenção e aumentar a vida dos motores e dos mecanismos que os mesmos acionam.</p> <p>O tempo de recuperação deste investimento é normalmente muito curto, sendo em muitos casos, inferior a um ano.</p>
19	<p>Efetuar periodicamente a limpeza do motor, com o propósito de eliminar a sujidade, o pó e objetos estranhos que impeçam o seu bom funcionamento.</p> <p>É recomendável desmontá-lo pelo menos uma vez por ano para realizar a limpeza completa de todas as suas componentes.</p>

#### 5.4.6 Iluminação

O sistema de iluminação pressupõe em muitas empresas uma percentagem elevada do consumo elétrico. Daí a necessidade de ajustar as características de iluminação a cada posto de trabalho, convertendo-se num elemento importante de eficácia económica.

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

Tabela 5.3 – Medidas de poupança energética – Iluminação

Nº	Medida
1	Sensibilização dos colaboradores.
2	Aproveitar ao máximo a luz natural, diminuindo a necessidade da iluminação artificial. Juntamente a esta medida deve associar-se uma correta limpeza dos vidros e a eliminação de obstáculos que impeçam a entrada de luz ou que façam sombra.
3	Caso possível, pintar as paredes e tetos de cores claras para incrementar a reflexão da luz e diminuir a necessidade luminosa do lugar de trabalho.
4	<p>Verificar o estado de limpeza do sistema de iluminação de forma periódica, já que a sujidade dos candeeiros, luminárias e lâmpadas diminui a luz emitida.</p> <p>O nível de poupança pode alcançar os 20% do consumo de energia em iluminação.</p>
5	<p>Verificar o tipo de lâmpadas e a eficácia das mesmas adotando como critérios de eficácia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Existência de pré-aquecimento nas lâmpadas fluorescentes, pois aumenta a vida das mesmas e diminui a deficiência de luz;</li> <li>▶ Instalação de fluorescentes de 26 mm ou inclusivamente de 16 mm de diâmetro, em vez das de 38 mm.</li> </ul> <p>Estima-se uma poupança de energia de uma frente a outra de 10%;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de baixo consumo que possuem uma maior duração e um menor consumo energético (nas zonas que requerem um maior nível de iluminação ou onde os períodos de iluminação são grandes).</li> </ul> <p>Este tipo de lâmpadas consome 80% menos que as incandescentes;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Uso de balastros eletrónicos associados às lâmpadas fluorescentes de alta-frequência, que implica, face aos sistemas de iluminação fluorescentes de acendimento convencional, uma poupança até 25%, um arranque mais fiável, eliminação do zumbido e incandescência e uma maior duração (até 50% mais).</li> </ul> <p>Esta medida costuma ser recomendada quando o sistema funciona mais de 1500 h/ano;</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nos armazéns, ou de forma geral em zonas de tetos altos, instalar lâmpadas de gás de sódio de alta pressão, de maior eficácia que as fluorescentes, e que produzem uma maior iluminação com menores custos de manutenção.</li> </ul>
6	<p>Verificar os níveis de iluminação nas diferentes zonas de trabalho, reduzindo-o nas zonas que não são realmente críticas.</p> <p>Como medidas, pode-se optar por suprimir nestas zonas alguns pontos de luz, ou eliminar alguma lâmpada fluorescente nas luminárias multitubo.</p> <p>Em algumas situações, pode equacionar-se substituir as luminárias por outras mais adequadas.</p>
7	<p>Assegurar-se que os interruptores são facilmente identificáveis e que indicam corretamente o circuito sobre o qual operam, como também que se situam em lugares facilmente acessíveis.</p>
8	<p>Verificar se a iluminação está corretamente distribuída pelas diferentes zonas, de acordo com critérios de funcionamento, tais como: horários, ocupação ou recorrência à luz natural.</p> <p>Comprovar que a referida distribuição dispõe de dispositivos de controlo adequados tais como: programadores ou sensores de iluminação.</p>
9	<p>No caso de não existirem dispositivos de controlo, analisar a possibilidade de os instalar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zonas de uso pouco frequente (casas de banho, vestiários): detetores por infravermelhos que permitam o acendimento automático da iluminação;</li> <li>▶ Zonas de uso presencial (armazéns e refeitórios): interruptores temporizados.</li> <li>▶ Zonas exteriores obrigatórias (parque de estacionamento, iluminação periférica): controlos automáticos programados ou através de células sensíveis ao movimento e fotocélulas.</li> </ul>

#### Exemplo: Iluminação natural com Sistema Solatube

Nas empresas existem locais onde a iluminação artificial se encontra ligada durante praticamente todo o dia.

Nestas secções pode ser instalado um sistema de iluminação natural Solatube.

Este sistema permite a difusão de luz natural em espaços interiores, seja qual for a posição do SOL no céu.

O sistema consegue captar, conduzir e difundir a luz solar de forma homogénea e intensa a todas as divisões interiores.

O SOLATUBE é constituído por uma conduta super refletora hermética, que retransmite os raios solares com extrema eficácia, absorvendo 99,9% dos raios ultravioleta e minimizando a transferência de calor.

Basta um único SOLATUBE para iluminar uma área de até 33 m<sup>2</sup>, mesmo com céu nublado. Apresenta a vantagem de permitir compatibilizar, um bom isolamento térmico, com a presença de iluminação natural perfeita sem prejuízo da eficácia de ambos.



Figura 5.1 – Representação do Sistema “SOLATUBE®”.

Em termos energéticos estima-se que este sistema possa representar uma economia no consumo da iluminação destas zonas da ordem dos 50%. O valor do investimento é elevado; pelo que se configura como opção a adoção faseada no tempo deste sistema.

#### 5.4.7 Ar comprimido

Em grande parte das indústrias, devido à grande procura de equipamentos e instrumentos avançados para o controlo automático, e também devido à monitorização e regulação dos diferentes processos de produção, costuma dispor-se de ar comprimido, que na maioria dos casos ajuda a melhorar a produtividade da empresa, permitindo automatizar e acelerar trabalhos.

Para a sua geração, usam-se vários tipos de compressores: lubrificados com óleo, de torneira com câmaras de compressão isentas de óleo, de pistões especiais e turbocompressores.

Os sistemas de ar comprimido têm como inconveniente o elevado custo que pressupõem, devido ao parco rendimento que os compressores atuais apresentam (elevadas perdas que se produzem no processo, em especial as perdas por calor).

O custo do processo aumenta se se tiver em conta que é habitual:

- Selecionar uma pressão de operação mais elevada do que a necessária;
- Períodos desnecessários de operação em stand-by;
- Excessiva reserva de ar usado em momentos de ponta de consumo;
- Falta de revisão das fugas de ar existentes no circuito;
- Uso inadequado do ar comprimido.

Algumas das melhorias aplicáveis aos sistemas de ar condicionado e seus equipamentos são as seguintes:

Tabela 5.4 – Medidas de poupança energética – Ar comprimido

Nº	Medida
1	Assegurar que o uso do ar comprimido é o adequado.
2	Verificar se a pressão de geração do ar comprimido é compatível com os equipamentos consumidores. Deve-se fixar no valor mais baixo possível, pois o consumo de energia é muito mais elevado ao aumentar a pressão de trabalho.
3	Verificar que os equipamentos trabalham com a pressão mínima que assegura a sua correta operação. Um aumento da pressão à volta dos 7 ou 8 bar acima da pressão requerida origina um aumento no consumo elétrico na ordem dos 9%.
4	Gerir o ar comprimido pela sua utilização por hora (horário pré-determinado, variável, ou de forma aleatória), sendo que pode ser interessante a colocação de válvulas de fecho programado, ou por nível de pressão de uso.
5	Eliminar tubagens de ar comprimido obsoletas ou que já não se usem, pois este tipo de linhas costumam ser uma fonte de fugas.
6	Assegurar que o ar que alimenta o compressor vem da rua ou de um local o mais frio possível (no caso do exterior verificar se está livre de partículas inadequadas). Aspirar o ar frio reduz os custos de operação; se a temperatura da sala do compressor se encontra 10°C acima da temperatura exterior, a potência elétrica consumida aumenta em 3%. O pré-arrefecimento do ar de admissão do compressor melhora em grande medida a sua eficiência. Geralmente, realiza-se mediante refrigeração e obtém-se a uma temperatura de -25°C, com o que se pode alcançar poupanças de até 30% no consumo de energia.
7	Analisar se há alguma zona na qual a exigência (horário, pressão, etc.) é diferente do resto da instalação e estudar a possibilidade de instalar um compressor local na mesma.
8	Assegurar que os compressores não operam em <i>stand-by</i> já que isto supõe um custo elevado. É melhor utilizar dois equipamentos para que se utilizem ambos só em casos de uma exigência de ponta, evitando o sobredimensionamento de um único equipamento, o que pode chegar a consumir até 75% da energia necessária para operar a plena carga.
9	Verificar periodicamente as tubagens do circuito com o objetivo de detetar e reparar possíveis fugas, assim como os recipientes de armazenamento (RAC). A maior proporção de perdas pode ser atribuída às fugas. Ao reparar estas fugas consegue-se otimizar o funcionamento do compressor e evitar que opere com uma pressão de ar excessiva.
10	Verificar o estado e a limpeza dos filtros de ar, pois são origem de elevadas perdas de carga, ocasionando um aumento do consumo energético e de ar.
11	Assegurar que os reservatórios de armazenamento são do tamanho adequado para o tipo de aplicações que se desenvolvem.
12	Estudar a utilização de secadores (desumidificadores) de ar, depois do compressor e antes da sua distribuição. Um aumento de temperatura de 40°C poupa 10% de ar comprimido.
13	Estudar a possibilidade de recuperar o calor residual do compressor (o calor do refrigerante — água, ar, óleo) e utilizá-lo para aquecer ar ou água, ou para o aquecimento das naves industriais, mediante um permutador de calor.  A recuperação do calor residual pode chegar a representar uma poupança anual de até 20% da energia.

#### 5.4.8 Climatização / ventilação

Na escolha e realização dos sistemas de climatização e ventilação deve-se considerar fatores tais como a ocupação e uso do espaço, localização, tendo especial importância os processos industriais que se levam a cabo.

A quantidade de energia consumida para satisfazer a exigência depende tanto da seleção e desenho da instalação de geração, como do grau de adaptação da sua potência às variações de carga que a toda a hora possam existir.

Os custos energéticos que a climatização de uma empresa pressupõe podem resultar numa grande percentagem do total, e portanto devem ser tidos em conta.

Mas também cabe salientar que com medidas muito simples, como por exemplo levar a cabo um controlo da temperatura ambiente, os mesmos podem reduzir-se de forma considerável.

Entre as possíveis medidas de poupança e eficácia energética neste campo, encontra-se o emprego de instalações renováveis para a produção de água quente ou para aquecimento.

De forma mais específica, entre outras possíveis medidas, cabe destacar:

Tabela 5.5 – Medidas de poupança energética – Climatização / Ventilação

Nº	Medida
1	Assegurar-se de que a temperatura de termóstatos não supera a temperatura de conforto de 21°C. Um aumento de 1°C na temperatura de aquecimento gera uma despesa considerável.
2	Introduzir a medida de baixar o nível de aquecimento quando esteja calor em vez de abrir as janelas.
3	Evitar o excessivo uso dos termóstatos e o seu uso como interruptores de ligado e desligado.
4	Retificar e reduzir a temperatura de aquecimento durante os períodos de tempo em que não haja pessoas ou nas zonas onde não seja necessário um nível elevado de aquecimento.
5	Retificar a localização dos termóstatos e sensores de temperatura, assegurando-se de que estejam numa zona livre, longe de janelas, fontes de calor ou correntes. Caso se trate de um sensor de temperatura externa, comprovar que se encontra numa parede virada a norte, fora da luz solar direta e de qualquer fonte de calor.
6	Analisar a possibilidade de substituir os termóstatos bimetálicos por termóstatos eletrónicos com maior precisão, e a possibilidade de instalação de válvulas termostáticas, as quais incorporam válvulas de fecho nos radiadores daquelas zonas onde se precisa de um controlo mais preciso da temperatura.
7	Se não existe no sistema de climatização a possibilidade de programação temporal, instalar cronotermóstatos eletrónicos que permitam ajustes semanais, diários e horário. No caso de já dispor desta possibilidade de programação temporal, atestar que o ajuste dos temporizadores de programação corresponde aos tempos de ocupação reais (jornada laboral, fins de semana, férias, etc.) e que os seus parâmetros de operação (hora e dia) são corretos.
8	Se se usa aquecimento elétrico, verificar se a fatura elétrica está otimizada. Analisar a possibilidade de trocar o sistema de aquecimento por outro a gás ou a gasóleo.

9	Retificar os ajustes dos termóstatos anti gelo verificando que se encontram nos seguintes parâmetros: internos: 4°C e externos: 0°C a 1°C.
10	Verificar que não se obstruem as superfícies de calor, em cujo caso diminuiria a sua eficácia, e que estas e os filtros dos aparelhos de ventilação se limpam periodicamente.
11	Comprovar o correto funcionamento das válvulas e dos ventiladores dos equipamentos de aquecimento e ventilação.
12	Verificar se existem fontes de calor não desejadas, tais como tubagens mal isoladas, que originariam uma maior utilização do ar condicionado.
13	Se se realiza a extração de ar quente das zonas de trabalho, analisar a possibilidade de recuperar este calor.
14	Para uma maior poupança, recomenda-se ajustar os termóstatos de arrefecimento a 25°C e os de aquecimento entre os 20 e 22°C.
15	Se o sistema de ventilação dispõe de ventiladores monofásicos, analisar a possibilidade de substituí-los por ventiladores trifásicos, se a instalação e o caudal de ar a evacuar o permitirem, pois consomem entre 40-45% menos eletricidade, permitem variação de velocidade e a energia consumida é proporcional aos caudais extraídos.
16	Verificar e otimizar o sistema de ventilação, ajustando os reguladores dos ventiladores à velocidade adequada e realizando inspeções e limpezas periódicas com a finalidade de minimizar possíveis resistências, diminuindo assim o seu consumo.
17	Se o sistema de ventilação não incorporar recirculação de ar, analisar a possibilidade de modificar o sistema de ventilação para incorporar esta opção, pois reduzem-se os custos de aquecimento do ar.
18	Analisar a possibilidade de usar, em função das características do local a climatizar, a instalação de bombas de calor. Estas constituem um sistema reversível de climatização, que permite obter calor ou frio, melhorando os rendimentos energéticos da climatização frente aos sistemas convencionais.
19	Ponderar a possibilidade de instalar cortinas de ar nas portas que permanecem de forma habitual abertas e que pressupõem uma zona de separação entre uma zona climatizada e outra não climatizada. Estes elementos projetam uma corrente de ar para baixo, criando uma barreira que impede o intercâmbio de temperatura entre ambas as zonas, reduzindo as perdas e com isso evitar o consumo de energia.
20	Colocar a hipótese de refrigeração “Free Cooling” no sistema de climatização, que consiste no aproveitamento da capacidade de refrigeração do ar exterior, sem implicar nenhum gasto energético no processo.

#### 5.4.9 Frio industrial: refrigeração e congelação

Em muitos processos é necessário alcançar temperaturas abaixo de 0°C, ou acima deste valor, mas sempre muito próximas dele.

Encontramos o caso mais representativo na indústria de curtumes da conservação das peles em bruto (temperaturas acima de 0°C).

Estes processos pressupõem um grande consumo energético. Portanto, é importante levar a cabo um processo adequado de otimização energética.

Entre as principais medidas de eficácia e poupança energética que se podem aplicar aos equipamentos de frio industrial encontram-se:

Tabela 5.6 – Medidas de poupança energética – Frio industrial

Nº	Medida
1	Retificar o isolamento das câmaras frigoríficas, prestando especial atenção ao estado das juntas, assegurando que estas garantem um fecho correto.
2	Agrupar os produtos segundo o seu grau de refrigeração.
3	Levar a cabo uma correta manutenção preventiva, realizando revisões periódicas que detetem possíveis avarias, alargando a vida do equipamento, devendo incluir entre outras atuações: limpeza do evaporador e condensador, revisão de pressões do evaporador e condensador, avaliar a possível existência de vibrações no compressor e avaliar a possível formação de gelo no compressor.
4	Estabelecer normas de comportamento no interior das câmaras frigoríficas: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Evitar manter portas abertas muito tempo, pois aumenta a temperatura e consequentemente o consumo de energia para voltar à temperatura interior necessária;</li> <li>▶ Evitar a abertura simultânea de portas, pois estabelecem-se correntes de ar e o interior da câmara é varrido pelo ar exterior;</li> <li>▶ Evitar introduzir produtos com temperaturas acima dos 35-40°C, pois pressupõe um aumento no consumo de energia.</li> </ul>
5	Certificar-se da dimensão correta da câmara de refrigeração. Um sobredimensionamento implica um maior consumo desnecessário e mais tempo no processo de refrigeração.
6	Analisar os valores de temperatura e humidade das salas próximas da câmara de refrigeração.

#### 5.4.10 Caldeiras

São equipamentos que trabalham a pressão, desenhados para transferir calor proveniente de uma combustão a um fluido que, geralmente, nos processos industriais, é água, já que pelo seu alto calor latente de vaporização faz com que a fase gasosa deste fluido possa armazenar altas quantidades de energia térmica.

As fontes de calor mais usadas na Indústria de Curtumes provêm de combustíveis fósseis como fuelóleo, gás natural, etc., ainda que também se use a biomassa (lenha e pellets).

De forma geral, na transferência de calor ao fluido, uma caldeira tem perdas à volta dos 20%, mas se não existir uma boa manutenção ou se não se operar de forma correta, estas perdas podem chegar a ser de 30%.

Na altura de determinar a eficácia de uma caldeira é necessário conhecer e controlar alguns parâmetros como são:

- Rendimento da combustão, devendo ser o máximo que se consegue atingir, diminuindo as perdas por gases e por combustível não queimado;
- Temperatura de gases, pois permite conhecer o grau de sujidade das superfícies de troca de calor;

- Percentagem de produto não queimado, que indica o grau de imperfeição ou o quanto incompleta está a combustão.  
Quando este valor é elevado produzem-se depósitos que diminuem a eficácia da transmissão de calor e aumenta a temperatura dos gases;
- Excesso de ar, que dá uma ideia do desajuste do queimador (um ligeiro excesso de ar diminui as perdas pelos gases e maximiza-se o rendimento);
- Conteúdo de monóxido de carbono, dióxido de carbono e de oxigénio.

Algumas das ações que são necessárias para otimizar a eficácia das caldeiras são as que em seguida se indicam:

Tabela 5.7 – Medidas de poupança energética – Caldeiras

Nº	Medida
1	Inspecionar a caldeira periodicamente, permitindo assim detetar os problemas rapidamente: luzes de alarme, possíveis fugas, ruídos anormais e bloqueio de condutas.
2	Revisão da sala das caldeiras, assegurando-se que as aberturas de ventilação estão livres, não existindo restrições no abastecimento de ar, e de que a ventilação é a adequada, não se acumulando gases.
3	Realizar, por pessoal especializado, uma revisão e limpeza periódica da caldeira e dos queimadores, já que uma acumulação dos depósitos produzidos pela combustão aumenta as temperaturas dos gases na chaminé, gerando perdas consideráveis de calor e, conseqüentemente, uma diminuição da eficácia. Devem avaliar-se também os depósitos calcários originados pela água, que são igualmente fontes de perdas de calor.
4	A revisão anterior deve incluir um teste da eficácia de combustão e o ajuste da proporção da mistura ar / combustível do queimador para obter a eficácia ótima, já que uma combustão mal ajustada reduzirá a eficácia da caldeira. O excesso de ar na combustão diminui a temperatura de combustão, e um excesso de combustível gera combustão incompleta, aumentando com isto as emissões e o consumo de combustível.
5	Realizar um controlo de redução de oxigénio, mediante sistemas de monitorização do nível de O <sub>2</sub> dos gases de combustão (comparam os níveis reais com os níveis desejados em função da carga da caldeira). Isto minimiza a quantidade de excesso de ar dentro da caldeira, o que reduz as perdas pelos gases de combustão.
6	Analisar a possibilidade de instalar desgaseificadores nos sistemas de vapor industriais (são equipamentos mecânicos que eliminam os gases dissolvidos na água de alimentação da caldeira). A desgaseificação protege o sistema de vapor dos efeitos dos gases corrosivos. Com estes equipamentos é possível remover praticamente todo o dióxido de carbono dissolvido na água de alimentação da caldeira.
7	Verificar o correto modo de operação das caldeiras, otimizando-o em função da utilização do vapor (ou água quente) na produção.
8	Verificar se o tamanho da caldeira é adequado para satisfazer as necessidades atuais da empresa, considerando trocá-la por uma mais pequena se for demasiado grande ou instalar uma suplementar mais pequena para os momentos de menor exigência.

9	Verificar o correto isolamento da caldeira e de todas as tubagens de distribuição, válvulas e juntas, evitando perdas desnecessárias de calor.
10	Analisar a correta escolha do combustível usado, em função das características do processo e dos equipamentos disponíveis. De forma geral, a escolha de gás natural como o combustível a utilizar é a opção mais eficiente. O rendimento de uma caldeira de gás natural é superior ao de outras com as mesmas características mas diferentes combustíveis, reduzindo as emissões de CO <sub>2</sub> e de contaminantes como o SO <sub>2</sub> .
11	Estudar a possibilidade de instalar uma caldeira de elevada eficiência energética: <ul style="list-style-type: none"><li>▶ As caldeiras de condensação aumentam a eficiência, recuperando a maior quantidade de calor procedente do vapor de água que se produz durante a combustão. O rendimento destas caldeiras pode chegar a ser de 90 a 95%;</li><li>▶ As caldeiras de baixa temperatura permitem a entrada de água a menor temperatura que a requerida em caldeiras convencionais. É conseguida a poupança da energia necessária para aquecer entre ambas temperaturas, o que permite alcançar rendimentos próximos aos 100%. Apresentam um rendimento estacionário elevado.</li></ul>

#### 5.4.11 Recuperação de calor

Alguns processos industriais, pelas suas características, podem aproveitar o calor residual procedente de outros processos.

É possível distinguir, principalmente, três fontes diferentes de recuperação de calor:

- Gases de combustão das caldeiras;
- Condensados;
- Outros calores.

##### 5.4.11.1 Recuperação de calor em gases de combustão

Nos gases de combustão podem produzir-se as maiores perdas energéticas de um processo térmico.

A recuperação do calor dos gases de combustão implica um aumento do rendimento à volta de 1% por cada 4°C que diminuirmos à temperatura dos gases.

O limite de redução da temperatura fica marcado pelo aparecimento da humidade ácida, que é aquela na qual se produz a condensação dos ácidos inerentes ao combustível utilizado (ex: fuelóleo).

É importante mencionar que os equipamentos implicados neste processo, tais como economizadores e recuperadores de calor, apresentam períodos muito pequenos de retorno de investimento.

Para analisar as possibilidades de recuperação de calor dos gases de combustão, é necessário estabelecer a relação de todas as saídas de gases, com os seus caudais e temperaturas, e a dos possíveis fluidos a aquecer mediante o aproveitamento do calor residual.

Também se deve analisar a viabilidade técnica e económica para instalar os equipamentos necessários para recuperar o calor dos gases.

Entre as medidas ou ações possíveis, encontram-se as seguintes:

Tabela 5.8 – Medidas de poupança energética – Recuperação de calor em gases de combustão

Nº	Medida
1	Se dentro do processo for necessário vapor, analisar a possibilidade de produzir o dito vapor mediante o uso de caldeiras de recuperação a partir do calor dos gases de combustão de alta e média temperatura.
2	Se for necessário pré-aquecer a água de alimentação das caldeiras, tal pode fazer-se através da instalação de economizadores que permitem aquecer a água recuperando o calor dos gases de combustão. Para isto deve ter-se em conta se se trata de uma caldeira de condensação ou não, pois disto dependerá a temperatura mínima que os gases de combustão podem alcançar para garantir que não se apresente corrosão nas condutas de escape da caldeira.
3	Caso seja necessário aquecer água, analisar a possibilidade de instalar condensadores de vapores residuais.
4	Se for necessário aquecer o ar comburente, processo que aumenta a temperatura da câmara de combustão e diminui o excesso de ar, e que é necessário para alguns combustíveis, pode fazer-se a partir do calor dos gases de combustão, instalando aquecedores de ar comburente na conduta de saída dos gases de combustão.
5	Analisar a formação de fuligens, as quais atuam como isoladores reduzindo a eficácia do equipamento. Acompanhar a medida, juntando aditivos ao combustível para reduzir os problemas de sujidade e corrosão nos equipamentos de recuperação.

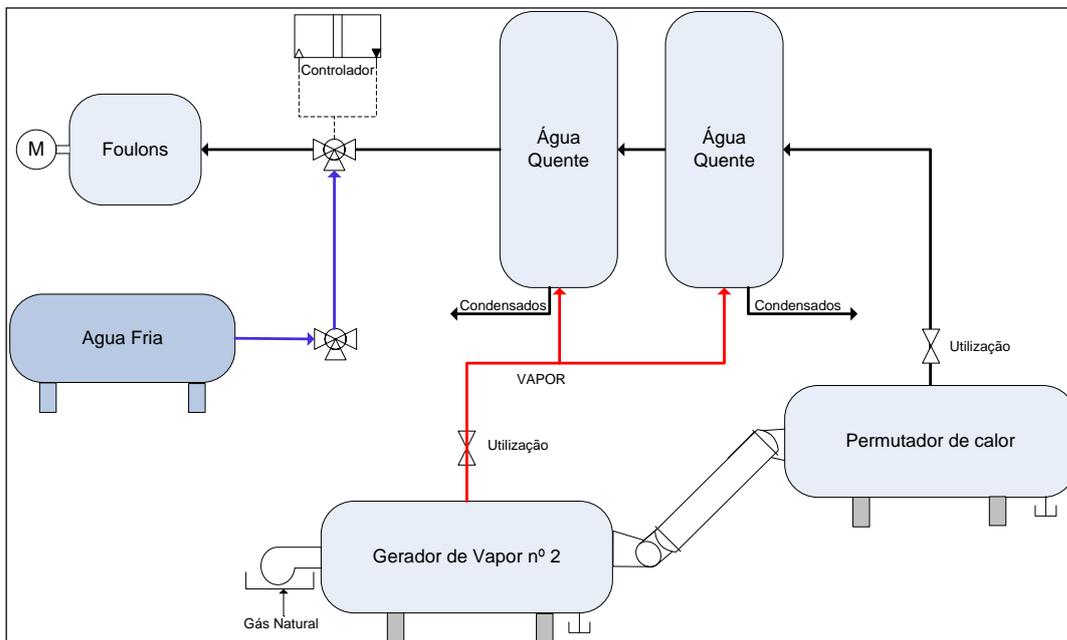


Figura 5.2 – Esquema tipo de produção de água quente com recuperação de calor dos gases de combustão

#### 5.4.11.2 Recuperação de calor em condensados

Nalguns casos, existem circuitos com condensados procedentes do vapor, que contêm calor que pode ser recuperado.

Algumas medidas para este aproveitamento são as seguintes:

Tabela 5.9 – Medidas de poupança energética – Recuperação de calor em condensados

Nº	Medida
1	Avaliar a possibilidade e rentabilidade de aproveitar de forma direta os condensados através de um sistema de injeção direta de condensados no circuito de alimentação das caldeiras (prévio tratamento de águas adequado no caso de estarem contaminados).
2	No caso de não ser possível o aproveitamento direto dos condensados, estudar a rentabilidade de um aproveitamento indireto através de permutadores de calor.
3	Analisar a possibilidade de instalar secadores regenerativos que permitem recuperar calor aproveitando-o para processos de secagem de peles.
4	Outra medida para que o aproveitamento dos condensados seja máximo consiste em evitar as perdas de calor, comprovando para isso que o isolamento das tubagens de fluido térmico é o correto e que não existem fugas em tubagens, válvulas e acessórios.

#### 5.4.11.3 Recuperação de outros calores

Existem muitos processos industriais nos quais se obtém como resíduo um material, quer seja sólido ou líquido, com temperaturas o suficientemente altas para que seja relevante a recuperação da energia que têm.

No caso da Indústria de Curtumes esta situação tem de ser avaliada caso a caso.

## 5.5 Energias Renováveis

O aumento progressivo do custo dos recursos primários da energia situa os diferentes tipos de energias renováveis como opções alternativas mais económicas do que as energias convencionais e, juntamente com as medidas de eficiência energética, supõem uma possibilidade de poupança em custos para as PME's, um aumento dos rendimentos e um investimento que pode reportar benefícios apreciáveis a médio ou longo prazo.

As energias renováveis permitem que, uma vez deduzido o custo de amortização, se tornem praticamente gratuitas – requerendo unicamente custos de manutenção, ainda que possam necessitar do apoio energético derivado de outra fonte não renovável, quando as condições meteorológicas assim o requirem.

De forma adicional ao já exposto, o uso de fontes de energias renováveis comporta as seguintes vantagens frente ao uso de fontes de energia convencionais:

- São limpas e não produzem emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases contaminantes da atmosfera;
- Não geram resíduos de difícil tratamento;
- São inesgotáveis.

De seguida realiza-se um resumo das principais fontes de energia renováveis que podem ser implantadas na Indústria de Curtumes como um substituto ou complemento ao consumo de energias convencionais.

### 5.5.1 Solar

A energia solar é a energia radiante produzida no Sol como resultado de reações nucleares de fusão. A recolha direta de energia solar requer dispositivos artificiais chamados coletores solares, desenhados para recolher energia, por vezes depois de concentrar os raios do Sol.

Dependendo da forma de aproveitar esta radiação que nos chega do Sol distinguem-se três tipos de energia solar:

- Energia Solar Térmica: a radiação solar utiliza-se fundamentalmente para obter calor por meio de coletores solares e para aquecer gases ou líquidos que depressa se armazenam ou distribuem.

Também pode gerar-se eletricidade a partir da geração de vapor;

- Energia Solar Fotovoltaica: a radiação solar utiliza-se exclusivamente para gerar corrente elétrica através de painéis fotovoltaicos sem nenhum dispositivo mecânico intermédio;
- Energia Solar Passiva: a radiação solar aproveita-se para melhorar o conforto térmico num edifício por meio de elementos arquitetónicos bioclimáticos.

Estas três formas de aproveitamento são diferentes entre si, no que toca à sua tecnologia e aplicação.

De seguida, aborda-se separadamente cada uma.

#### 5.5.1.1 Solar Térmica

É um dos sistemas de aproveitamento da energia solar mais extenso. Como já referido, consiste em aquecer um fluido a partir da captação da radiação solar. O meio para conseguir este aporte de temperatura faz-se através de coletores.

Existem os seguintes tipos de coletores:

- **Coletores Planos:** o coletor plano é uma superfície que, exposta à radiação solar, permite absorver o seu calor e transmiti-lo ao fluido. A principal característica é que não têm poder de concentração, quer dizer, a relação entre a superfície de abertura do coletor e a superfície absorvente é praticamente a unidade. A máxima temperatura alcançável ronda os 80°C.



Figura 5.3 - Coletores Planos [3]

- **Coletores de Vácuo:** permitem alcançar temperaturas até os 120°C. Costumam usar uma superfície de captação formada por uma série de tubos com alas, recobertas de uma superfície seletiva e circulando o fluido portador de calor no seu interior.

Esta superfície de captação está protegida por uma parte coberta transparente que forma com ela uma câmara na qual se produziu o vácuo. Deste modo evita-se a convecção e as perdas correspondentes com o que se pode alcançar a temperatura indicada.



Figura 5.4 - Coletores de Vácuo [3]

- **Coletores de Concentração:** este coletor consiste num espelho cilindro-parabólico que reflete toda a radiação solar recebida sobre um tubo de vidro disposto ao largo da linha focal do espelho, em cujo interior se encontra a superfície absorvente em contacto com o fluido portador de calor.

Em função do tipo de coletor usado e da temperatura que pode alcançar a superfície captadora distinguem-se três técnicas diferentes entre si:

- Baixa temperatura: a captação realiza-se de forma direta através de coletores solares planos, estando sempre a temperatura do fluido abaixo do ponto de ebulição;
- Temperatura média: a captação realiza-se através de coletores de vácuo ou de um baixo índice de concentração e a temperatura do fluido é mais elevada, sendo cerca de 100°C;
- Alta temperatura: a captação realiza-se através de coletores com um alto índice de concentração, sendo a temperatura do fluido mais elevada que nos casos anteriores.

De entre as aplicações mais habituais da energia solar térmica encontram-se a geração de água quente para os processos industriais e para o aquecimento, em utilizações onde se requerem baixas temperaturas.

Em relação às tecnologias convencionais utilizadas para aquecer água, para estas tecnologias os investimentos iniciais são algo elevados e requerem um período de amortização compreendido entre 5 e 7 anos, se bem que, como é fácil deduzir, o combustível é gratuito e os custos de manutenção são baixos.

### – Água Quente Sanitária (AQS)

Com uma simples instalação pode conseguir-se água quente sanitária de forma limpa e gratuita, e é esta a opção mais rentável que oferece a energia solar térmica.

A instalação é simples, o custo é exequível e amortiza-se em pouco tempo.

Uma instalação é composta por um grupo de coletores solares térmicos, um acumulador e uma bomba de circulação. Os coletores podem integrar-se no telhado, orientados preferivelmente para sul. A energia que se poupa é elevada (pode chegar a 60% do consumo anual), sendo especialmente recomendável em instalações com grandes consumos.

### – Aquecimento

Instalar coletores solares permite produzir água quente útil para o sistema de aquecimento. Dependendo da temperatura obtida, a água quente gerada pode utilizar-se diretamente no circuito de aquecimento (água quente para o processo produtivo) ou servir de apoio para diminuir o consumo da caldeira, pré-aquecendo a água de alimentação.

Com uma instalação deste tipo conseguem-se poupanças entre os 30 e 50% das necessidades térmicas. O calor do Sol é absorvido e transmitido a um circuito fechado por onde circula o fluido que, por sua vez transmite o calor ao sistema de aquecimento.

### – Geração de frio

Através de uma máquina de absorção pode-se produzir frio a partir de calor. Os captadores solares não podem garantir um abastecimento constante de água quente à temperatura desejada.

Para garantir a potência frigorífica necessária, será necessário sobredimensionar o equipamento de absorção e instalar uma caldeira de apoio para aquecer o fluido quente quando não atingir a temperatura desejada.

Neste tipo de sistemas os coletores de vácuo são o tipo mais apropriado para conseguir uma temperatura ótima para o funcionamento da instalação. Até agora, por ser pouco económica e com um forte investimento inicial, esta forma de refrigerar é pouco utilizada.

#### 5.5.1.2 Solar Fotovoltaica

O sistema de aproveitamento da energia do Sol para produzir energia elétrica denomina-se por conversão fotovoltaica. Para tal, utilizam-se células fotovoltaicas construídas com um material cristalino semiconductor (silício) e dispostas em painéis. O desenvolvimento destes sistemas está ligado na origem à técnica dos satélites artificiais, devidos à fiabilidade do seu funcionamento e do seu reduzido peso.

Existem basicamente três tipos de módulos ou painéis fotovoltaicos em função do tipo de silício que se use na sua fabricação: módulos de silício amorfo, módulos de silício monocristalino e policristalino.

O uso de um tipo de painel fotovoltaico ou outro, assim como o número deles, aparece determinado pelo tipo de aplicação e pelas necessidades energéticas da mesma, assim como pelos critérios de desenho, de preço e de espaço disponível.

Atualmente existem duas formas básicas de utilização da energia fotovoltaica:

- Instalações que se ligam à rede elétrica, nas quais a produção elétrica obtida com as células fotovoltaicas se injeta na rede pública elétrica. É a melhor forma de amortizar uma instalação fotovoltaica e obter benefícios;
- Instalação em lugares isolados da rede pública, onde a produção elétrica assim obtida se emprega para autoconsumo da própria instalação.

Nos sistemas ligados à rede podemos encontrar os seguintes casos:

- Centrais fotovoltaicas, onde a energia elétrica gerada se entrega diretamente à rede elétrica, como noutra central convencional de geração elétrica.
- Sistema fotovoltaico em edifícios ou indústrias, ligado à rede elétrica, onde uma parte da energia gerada se converte no autoconsumo do edifício, enquanto a energia excedente se entrega à rede elétrica. O mais habitual é entregar toda a energia à rede e comprar como qualquer utente a energia necessária ao sistema elétrico.

#### 5.5.1.3 Solar Passiva

Trata-se de um caso particular de energia solar térmica. Um desenho solar passivo para aproveitamento energético é um sistema que capta a energia solar, armazena-a e distribui-a de forma natural, sem mediação de elementos mecânicos.

Os seus princípios baseiam-se nas características dos materiais empregados e na utilização de fenómenos naturais de circulação do ar. Tem em consideração o clima do local (energia solar recebida, temperatura, direção do vento, etc.), a vegetação do meio e a orientação para que o edifício receba o máximo de energia solar possível. O objetivo é conseguir, com o mínimo consumo de energia convencional, o máximo conforto, conseguindo que as temperaturas no interior deste tipo de edifícios sejam constantes ainda que a temperatura exterior sofra grandes oscilações.

Trata-se de uma energia que supõe um custo não muito elevado, mas a poupança energética é sem dúvida enorme, podendo chegar a ser da ordem dos 70-80% durante o tempo de utilização.

Sem dúvida alguma, do ponto de vista económico, a amortização realiza-se em muito pouco tempo. Do ponto de vista ecológico, apresenta múltiplas vantagens e não há nenhum outro tipo de energia que tenha tão pouco impacto no meio ambiente.

As aplicações mais importantes dos sistemas solares passivos são o aquecimento e a refrigeração.

#### 5.5.2 Eólica

A energia eólica é a energia cinética que o vento possui e que pode ser aproveitada diretamente ou ser transformada noutros tipos de energia, como a elétrica. Uma característica fundamental desse tipo de energia é a sua grande aleatoriedade, pelo que se torna complicado estimar a quantidade de energia eólica da que vamos dispor num determinado intervalo de tempo.

### 5.5.3 Biomassa

Entende-se por biomassa a substância orgânica renovável de origem animal ou vegetal. O elevado custo dos combustíveis fósseis e os avanços técnicos que possibilitaram o aparecimento de sistemas de aproveitamento energético da biomassa, cada vez mais eficientes, fiáveis e limpos, provocaram que esta fonte de energia renovável se comece a considerar pelas indústrias como uma alternativa, total ou parcial, aos combustíveis fósseis. A biomassa é uma boa alternativa aos processos tradicionais de geração de calor e vapor tais como caldeiras tradicionais de gás, fuelóleo e carvão.

A biomassa pode classificar-se nos seguintes tipos:

- Biomassa natural: produz-se na natureza sem nenhum tipo de intervenção humana. A utilização destes recursos requer a gestão da sua aquisição e transporte até à empresa, o que pode fazer com que o seu uso seja inviável economicamente;
- Biomassa residual seca: subprodutos sólidos não utilizados nas atividades agrícolas, florestais e nos processos das indústrias agroalimentares e de transformação da madeira e que são considerados resíduos. Apresenta na atualidade interesse do ponto de vista do aproveitamento industrial. Exemplos deste tipo de biomassa são a casca de amêndoa, pó de cortiça, e serradura, etc.;
- Biomassa residual húmida: líquidos residuais urbanos e industriais;
- Cultivos energéticos: dedicados a produzirem biomassa transformável em combustível. Como exemplos, temos o cardo, o girassol destinado à produção de biocombustíveis, etc.
- Biocombustíveis: a sua origem encontra-se na transformação da biomassa residual húmida (por exemplo, reciclagem de óleos), da biomassa residual seca rica em açúcares (exemplo trigo) ou dos cultivos energéticos (exemplo girassol).

Quando se deseja gerar energia com biomassa pode-se optar por diferentes sistemas tecnológicos.

A escolha entre um e outro depende das características dos recursos, da quantidade disponível e do tipo de exigência energética requerida.

As tecnologias de transformação e utilização da biomassa podem-se dividir em três grupos, sendo o mais relevante a combustão direta: a biomassa incinera-se e recupera-se o calor mediante caldeiras gás-água. As diferenças com uma caldeira de gás ou fuelóleo tradicional apresentam-se nas chaminés, sendo o resto da instalação muito similar.

As atividades industriais que podem optar pelo uso da Biomassa devem cumprir principalmente dois requisitos:

- Dispor de uma fonte de biomassa próxima a preços razoáveis, quer seja biomassa residual própria ou quer a adquirida no mercado. Ainda que ainda não estejam de todo desenvolvidas, existem cadeias de distribuição destes recursos que permitem adquiri-los a um custo competitivo;
- Ter uns consumos energéticos suficientes para que a instalação seja rentável.

## 5.6 Regime legal do consumo energético

Com a publicação do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril definem-se regras que visam a racionalização dos consumos de energia em empresas. Este diploma regula o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia, abreviadamente designado por SGCIE, instituído com o objetivo de promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia.

Como resultado da aplicação destas regras, estas empresas devem avaliar regularmente a sua situação energética, mediante a realização de uma auditoria energética e comprometer-se com a implementação de medidas de racionalização dos consumos de energia.

Visa-se com a aplicação desta metodologia a redução de ineficiências energéticas injustificáveis, que a nível nacional podem permitir poupanças consideráveis, e a consciencialização para a importância das poupanças de energia na estrutura de custos das empresas.

O regime previsto aplica-se às instalações Consumidoras Intensivas de Energia (CIE) que no ano civil imediatamente anterior tenham tido um consumo energético superior a 500 toneladas equivalentes petróleo (500 TEP/ano), com exceção das instalações de cogeração juridicamente autónomas dos respetivos consumidores de energia.

É obrigatória a realização das seguintes auditorias energéticas:

- Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 1.000 TEP/ano, com uma periodicidade de seis anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no prazo de quatro meses após o registo;
- Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 500 TEP/ano mas inferior a 1.000 TEP/ano, com uma periodicidade de oito anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no ano seguinte ao do registo.

No entanto, as empresas, não por ser um requisito legal, mas por uma questão de gestão interna e de boa gestão da energia podem querer conhecer mais profundamente as suas instalações e o custo energético dos seus processos e produtos.

As **auditorias** incidem sobre as condições de utilização da energia, bem como a conceção e o estado da instalação, devendo ainda ser recolhidos os elementos necessários à elaboração do **Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn)** e à verificação do seu subsequente cumprimento.

Este trabalho, de acordo com a legislação em vigor, consiste num exame das condições de utilização de energia, que incide, entre outros, sobre:

- Verificação do estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- Levantamento e caracterização dos principais sistemas energéticos (principais equipamentos produtivos, força motriz, ar comprimido, frio, iluminação, outros sistemas relevantes);
- Análise de faturas e determinação da melhor opção tarifária;

- Monitorização em contínuo dos principais consumidores de energia elétrica (análise dos setores e/ou equipamentos principais consumidores, nomeadamente, equipamentos de processo, central térmica, ar comprimido, águas quentes sanitárias, cozinha/cantina, instalações de frio, aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), etc.);
- Controlo da combustão e a medida dos rendimentos energéticos dos equipamentos;
- Verificação do estado das instalações de transporte e distribuição de energia, com identificação das principais carências ao nível da manutenção e segurança;
- Verificação da existência e do bom funcionamento dos aparelhos de controlo e regulação do equipamento de conversão e da utilização de energia;
- Investigação das possibilidades técnico-económicas de valorização dos efluentes térmicos;
- Desagregação do consumo energético: global da Instalação, por tipo de fonte energética, por área funcional;
- Determinação dos consumos específicos de energia;
- Determinação das principais oportunidades de racionalização de consumos e quantificação das economias resultantes das respetivas medidas de racionalização.

Em função dos elementos recolhidos e dos parâmetros quantificados e analisados, é elaborado um relatório.

O **Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn)** é elaborado com base nos relatórios das auditorias energéticas, e deve prever a implementação, nos primeiros três anos, de todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos, no caso das instalações com consumo de energia igual ou superior a 1.000 TEP/ano, ou com um período de retorno do investimento inferior ou igual a três anos no caso das restantes instalações.

O PREn deve ainda estabelecer metas relativas à intensidade energética e carbónica com base nas medidas previstas.

## **5.7 Melhores Tecnologias Disponíveis**

Algumas das Melhores Tecnologias Disponíveis referidas no documento JRC Reference Reports – Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins – Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) – 2013, são apresentadas de seguida:

### **5.7.1 Utilização de banhos curtos**

Esta técnica é usada para conseguir uma redução na utilização de água e de produtos químicos do processo, bem como energia.

### 5.7.2 Recuperação de energia a partir de correntes (fluidos) de processo

A economia de energia pode ser alcançada pela instalação de sistemas de recuperação que integrem bombas de calor. O calor residual pode ser utilizado a partir de e para outros processos (secadores de vácuo, condensados, etc.).

Até 75% das perdas de calor relativa aos processos de secagem podem ser recuperadas. Cerca de 10 - 20% do consumo de energia utilizado na secagem de vácuo pode ser recuperado para o aquecimento da água de abastecimento.

A recuperação da energia térmica por meio de bombas de calor é, normalmente, apenas económica a partir de uma relação: GJ (elétricos) / GJ (térmicos) < 2 – 2,5.

### 5.7.3 Melhoria das técnicas de secagem

- Os equipamentos com baixa temperatura de secagem requerem normalmente um menor consumo de energia, embora, em alguns casos, podem prolongar o processo de secagem;
- Através da otimização dos processos mecânicos de remoção de água, prévios à secagem, pode ser obtida uma redução considerável no consumo de energia;
- Durante os processos de secagem, a temperatura e a humidade devem ser cuidadosamente controladas;
- A eliminação da maior quantidade possível de água na máquina de escorrer pode significar uma economia de energia na secagem de 0,5 - 1 GJ / Ton de pele em bruto;
- Manter a temperatura de secagem baixa e o tempo e a quantidade de ar a um valor mínimo, irá manter as perdas de calor também num valor mínimo (a qualidade do produto final terá sempre prioridade);
- As operações de secagem devem ser realizadas de forma contínua, a fim de minimizar os consumos relativos ao aquecimento;
- É óbvio que a secagem natural do couro (secadores aéreos por exemplo) é o método com o menor consumo de energia, mas é impraticável devido às condições climáticas em algumas partes do ano (em Portugal esta é uma solução muito utilizada).
- Para terminar a secagem, aquecimento por infravermelhos é uma tecnologia com economia de energia.

### 5.7.4 Recuperação de energia a partir de resíduos de curtumes

A gordura recuperada a partir de resíduos não curtidos pode ser utilizada como combustível.

Estes resíduos devem ser triturados (para cerca de 5 – 10mm), aquecidos a 75 - 85°C e separados, por exemplo usando um tricanter, em sebo (10 - 20%), proteína (35 - 55%) e água (35 - 55%).

Este sebo contém até 99% de gordura e pode ser usado de uma forma adequada na caldeira como combustível. O seu poder calorífico é cerca de 85 - 90% do valor dos combustíveis usuais.

As emissões provenientes da queima deste combustível não mostram significativas diferenças relação ao gasóleo (CO<sub>2</sub> ou CO), sendo importante avaliar o licenciamento desta operação.

A relação custo-benefício depende das condições existentes, sendo os fatores mais importantes a quantidade e a composição dos resíduos não curtidos, o custo para a sua eliminação, o custo do combustível alternativo, os custos operacionais e os de tratamento dos resíduos gerados. O investimento inicial desta instalação pode ser elevado, podendo ser equacionada uma solução comum aos diferentes industriais (solução preconizada pela AUSTRA).

## 5.8 Outras intervenções de relevo

Neste ponto são destacadas algumas outras intervenções que nas auditorias energéticas já realizadas, se têm revelado importantes.

As poupanças e os payback dependem da realidade de cada empresa. Vejamos:

- Reconversão do combustível (fuelóleo ou gás natural por biomassa);
- Produção e distribuição de vapor – Controlo automático de purgas, afinação da queima dos geradores de vapor, instalação de economizador, instalação de um controlo na entrada de vapor das máquinas de pintar, isolamento térmico dos geradores de vapor, reparação e eliminação de fugas e isolamento térmico de rede de vapor (válvulas, tubagem);
- Redução dos consumos elétricos em períodos não laborais (Ex: rede de ar comprimido);
- Produção e distribuição de ar comprimido – Reparação e eliminação de fugas, redução da pressão de serviço, instalação de equipamentos de menor capacidade em paralelo com os existentes para suprirem necessidades de ar comprimido em períodos fora de pico;
- Produção e distribuição de água quente – Isolamento térmico de rede de água quente, correção de controlo termostático no depósito de água quente e sistema inteligente de controlo de temperatura da água armazenada nos depósitos de água quente;
- Transferência do “centro de massa” da fábrica;
- Secadores aéreos - Automação do funcionamento de ventiladores e corte de válvulas de fornecimento de energia térmica por via da instalação de sensores de presença;
- Instalação de sensores de presença em locais pouco utilizados;
- Implementação de Sistemas de Gestão de Consumos de Energia Elétrica;
- Implementação de um Sistema de Gestão da Manutenção;

- Contabilidade energética simplificada (eletricidade e combustíveis);
- Instalação de contadores de energia elétrica, contadores de água quente, contadores de vapor e contadores de ar comprimido em pontos-chave do processo;
- Ação de formação/sensibilização sobre Utilização Racional de Energia;
- Aquisição de motores de alto rendimento;
- Revisão da iluminação: Substituição de lâmpadas (fluorescentes T8 por T5, halogéneo por fluorescentes compactas) e balastros (ferromagnéticos por eletrónicos);
- Instalação de sistema Solar Térmico.

## 5.9 FORMAÇÃO & MAIS E MELHOR INFORMAÇÃO

Para o combate ao desperdício considera-se indispensável:

- Que se promovam ações de formação e sensibilização relativa a aspetos de manutenção e energéticos (custo estimado: 3.000 Euros);
- Que o responsável pela manutenção elabore relatórios de acompanhamento do estado da manutenção e de consumo/produção de energia (custo estimado: 1.500 Euros);
- Que se instalem contadores em pontos-chave do processo:

Valor tipo para a instalação de 15 (quinze) contadores de energia elétrica com capacidade de medição de valores médios, mínimos e máximos de corrente, tensão, frequência, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência e consumo de energia: 15.000 Euros

Nota: Mais tarde poder-se-á interligar estes contadores com um computador equipado com um *software* de análise e arquivo de dados (Ex: ModBus).

Valor tipo para a instalação de 1 (um) contador de vapor com saída em sinal analógico (4-20 mA; que possibilita monitorização e, se pretendido, ligação com rede ModBus), que permita medir o caudal consumido na fábrica e de 1 (um) contador de água de condensados com sinal de saída por impulsos (permitindo a monitorização e, se requerido, ligação à rede ModBus): 7.000 Euros

Valor tipo para a instalação de 4 (quatro) contadores de água quente na rede de distribuição (contador com sinal de saída por impulsos, permitindo a monitorização e, se requerido, ligação à rede ModBus): 400 Euros

Valor tipo para a instalação de 1 (um) contador de ar comprimido a jusante do depósito de ar comprimido (contador com sinal de saída por impulsos, permitindo a monitorização e, se requerido, ligação à rede ModBus): 1.500 Euros

O custo total estimado da implementação das medidas acima descritas é: 28.400€

Estima-se que os custos de manutenção possam ser reduzidos, bem como os custos com energia (térmica e elétrica).

## 5.10 OPTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS

As medidas de otimização da eficiência energética propostas são:

- Auditoria à rede de ar comprimido com deteção de fugas, identificação de capacidade de compressor de ar adequada às necessidades em diferentes períodos do dia e semana e estudo do interesse em seccionar a rede existente permitindo que, em períodos noturnos e fim-de-semana, se comute de rede em anel a rede em linha direta (para fulões e secador): valor tipo 3.000 Euros.



Figura 5.5 – Economizador de ar comprimido

- Correção de fugas, substituição de troços de rede em más condições, pintura da rede (não se associa um custo a esta medida pois ela deve fazer parte da rotina de manutenção, independentemente de considerações energéticas específicas);
- Uso de compressor de menor capacidade em paralelo com o existente para suprir as necessidades de ar comprimido em períodos noturnos e fins-de-semana (reservatório associado a este compressor deverá ser dimensionado de forma a evitar excessivos arranques e paragens do compressor): a aquisição de um compressor novo com potência da ordem dos 10 kW terá um custo tipo da ordem de 8.000 Euros;
- Reduzir a pressão de serviço adaptando-a às reais necessidades dos consumidores e instalação de equipamentos que permitam impedir o escoamento em ramais de ar comprimido: não se associa um custo a esta medida.
- Sensores de presença nos secadores aéreos  
Automação do funcionamento de ventiladores (arranque com soft-start) e corte de válvulas de fornecimento de energia térmica por via da instalação de sensores de presença de peles no interior do secador aéreo: valor tipo 20.000 Euros.
- Sistema inteligente de controlo de temperatura no reservatório de água quente  
Implementar um sistema inteligente de controlo de temperatura no reservatório que permita minimizar a temperatura da água armazenada (especialmente no exterior), mas, em simultâneo, garanta uma autonomia (litros de água quente armazenada) que possibilite manter a produção prevista, após paragem de gerador de vapor (Ex: sábado) valor tipo 10.000 Euros.
- Minimização do uso de vapor  
Auditoria à rede de distribuição de vapor e correção de patologias existentes (fugas, isolamento em falta, afinação de queima): Não se associa um custo a esta medida pois ela deve fazer parte da rotina de manutenção, independentemente de considerações energéticas específicas.

– Auditoria à rede elétrica (e correção de patologias)

Auditoria: 2.500 Euros (estimado); mas poderá ser gratuita se efetuada pelo fornecedor do material (condensadores, filtros passivos, etc.);

Revisão de baterias de condensadores e correção de poluição harmónica: valor tipo: 10 - 15.000 Euros;

Não se consideram os custos de aperto de todos os contactos, cadastro de toda a rede, por se tratar de rotinas realizadas no âmbito das atividades da equipa de manutenção.

– Produção de água quente com painéis solares

Nas empresas normalmente produz-se água quente por via de permutadores que usam vapor como fluido quente. A água quente é armazenada em diferentes depósitos no exterior e interior das instalações.

O aproveitamento da energia solar para produzir água quente permite reduzir o consumo de combustível para produção de vapor. Podem adotar-se diferentes estratégias de aproveitamento da energia solar térmica:

A: Ambicionar produzir a totalidade da água quente com recurso a painéis solares;

B: Usar painéis solares para pré-aquecer a água.

A adoção da Estratégia A envolve um estudo detalhado dos caudais e entalpia da água quente consumida ao longo do tempo e conduzirá à otimização dos processos de produção de vapor e água quente.

A Estratégia B pode ser encarada como algo que se adiciona aos sistemas já existentes, sendo passível de análise simplificada.

O custo destas soluções deverá ser específico a cada empresa.

## 6. VALORIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS E DE RESÍDUOS

### 6.1 Introdução

A indústria dos curtumes utiliza peles de animais - um subproduto da indústria da carne e dos produtos lácteos - que, de outro modo, teriam de ser eliminadas por outros meios (ou através de aterros ou por incineração).

O couro é um produto intermédio, com aplicações em sectores a jusante da indústria dos bens de consumo. As indústrias do calçado, do vestuário, do mobiliário, dos veículos automóveis e da marroquinaria, são os mais importantes destinos da produção dos curtidores europeus.

Apenas 20 - 25% do peso do couro em bruto é processado até ao produto final. A percentagem exata depende das espécies animais e especificação dos produtos.

Os resíduos de curtumes podem ser subprodutos ou ser classificados como resíduos industriais banais ou resíduos perigosos.

Na primeira fase do processo produtivo são geradas raspas, pelo, tripa, aparas e fragmentos que, de acordo com o artigo 10.º do Regulamento (CE) n.º 1069/2009 de 21 de outubro, que define regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano, são classificadas como subprodutos (matérias de categoria 3) e o operador tem por obrigação proceder à sua valorização ou eliminação conforme o referido no artigo 14.º.

A DGAV - Direção-Geral de Alimentação e Veterinária enquanto autoridade competente no setor dos subprodutos animais não destinados ao consumo humano, atribui o NCV – Número de Controlo Veterinário aos estabelecimentos e realiza controlos oficiais regulares com base num plano que abrange todos os aspetos da legislação.

Estes controlos são efetuados com uma frequência que depende do grau de risco do estabelecimento e sem aviso prévio do operador, pelo que a informação a entidades externas não está prevista.

A seguir à fase do caleiro, que serve para retirar o pelo e remover a epiderme através da adição de cal e outras substâncias químicas, procede-se também, entre outras, à fase da desencalagem em que são utilizados agentes que reagem e neutralizam a cal, dando origem a produtos de grande solubilidade facilmente removíveis por lavagem sem que ocorra a perda da estrutura relaxada adquirida na calagem.

Nas operações realizadas a montante da fase de curtimenta, as peles e couros não estão em contato com as substâncias químicas, minerais ou vegetais que determinam o início da fase de curtimento, pelo que as aparas, fragmentos, pelo, raspas, gorduras, são classificadas como subprodutos animais de categoria 3 e devem ser utilizadas ou eliminadas de acordo com o artigo 14.º do Regulamento (CE) n.º 1069/2009, que define as regras sanitárias relativas a subprodutos animais e produtos derivados não destinados ao consumo humano.

O Regulamento (UE) n.º 142/2011, que aplica o Regulamento (CE) n.º 1069/2009, refere no capítulo V do Anexo XIII que a autoridade competente pode autorizar as instalações

que manuseiam peles e couros tratados pela cal, a fornecer aparas e fragmentos dessas peles e couros para a produção de gelatina destinada ao consumo animal ou de fertilizantes orgânicos e corretivos orgânicos do solo, desde que sejam cumpridos os requisitos específicos aplicáveis aos couros e peles aí determinados.

Face ao exposto e considerando que a Direção Geral de Alimentação e Veterinária é a autoridade competente nacional para a aplicação dos Regulamentos (CE) n.º 1069/2009 e (EU) n.º 142/2011, as raspas acima referidas são sujeitas aos controlos previstos nos regulamentos em questão.

As aparas, raspas, fragmentos e poeiras que resultam das operações posteriores à fase de curtimenta, tais como rebaixamento, aparação, corte, lixagem, acabamento, etc., são classificadas como resíduos e devem cumprir com a legislação ambiental em vigor.

No entanto, as raspas em tripa resultantes da descarna das peles após a operação do caleiro, devido às suas características não deverão ser consideradas um subproduto mas um resíduo com a classificação de resíduos da descarna e da divisão da tripa - LER 04 01 01, definido na Lista Europeia de Resíduos e publicada na Portaria n.º 209/2004, de 3 de março.

As peles e suas partes que saem do nosso processo de caleiro são sujeitas a cal (tratadas pela cal e em salmoura a um pH de 12 a 13 durante, pelo menos, 8 horas), estando abrangidas pela alínea d) do nº 2, Ponto C do Capítulo V do Anexo XIII do Regulamento (EU) n.º 142/2011, podendo colocar-se no mercado sem restrições por decisão de um operador.

Esta questão tem sido objeto de notificações às empresas por parte da DGAV, aguardando-se neste momento por um esclarecimento da DG SANCO – Comissão Europeia.

## **6.2 A tipologia dos resíduos**

A descrição do processo produtivo apresentada anteriormente demonstra que a atividade industrial do setor de curtumes é fortemente geradora de resíduos sólidos. Durante as diversas operações do tratamento da pele, vão-se gerando resíduos sólidos de diversas espécies, conforme a operação a que esta é submetida.

De uma forma simplificada, pode-se dividir os resíduos produzidos em dois grupos, consoante a fase do processo que lhes dá origem:

### **6.2.1 Resíduos não curtidos**

Estes resíduos são provenientes da fase de Ribeira e contêm elevadas concentrações de gorduras, proteínas, sais minerais, sulfuretos e água. São resíduos de caráter biodegradável, usualmente constituídos por:

#### **6.2.1.1 Recortes de pele em bruto**

Antes do processo de transformação são retirados pedaços de pele, sobretudo cabeças, garras e rabos, permitindo uma redução no consumo de produtos químicos e diminuindo, conseqüentemente, a carga poluente das águas residuais.

#### 6.2.1.2 Pêlo e Lã

A lã que resulta da depilação das peles pode ser utilizada na indústria de lanifícios. Antes disso, porém, tem de ser lavada para remover vestígios de sulfureto que eventualmente contenha e a lanolina que a impregna (existem ainda alguns lavadores em Portugal).

O pêlo é um dos principais contaminantes das águas residuais deste setor, sendo um dos responsáveis pelas elevadas cargas orgânicas (CBO<sub>5</sub> e CQO) dos efluentes resultantes da operação de caleiro. Este tipo de poluição pode ser reduzido, utilizando uma tecnologia de preservação do pêlo, através da ação de hidróxido de cálcio seguido de uma filtração mecânica, impedindo a sua presença nas águas residuais.

#### 6.2.1.3 Carnaças em tripa

São retiradas da parte do carnaz (pele do lado da carne) nas máquinas de descarnar. Alterando o processo de produção de curtumes, antecipando esta descarna ao caleiro, as carnaças não são contaminadas com sulfureto. Desta forma potencia-se a possibilidade de valorização deste resíduo e diminui-se o consumo de produtos químicos na fase operativa seguinte, ou seja no caleiro.

#### 6.2.1.4 Aparas de pele em tripa

Estas aparas de pele descarnada são ricas em proteína, tendo aplicação, tal como as carnaças, na produção de adubos, gelatinas ou farinhas para animais, necessitando nos diferentes casos algumas especificidades, como sejam a conservação pelo frio, a garantia de rastreabilidade e o licenciamento das entidades oficiais.

#### 6.2.1.5 Crutes em tripa

Resultam de uma operação que nem sempre é realizada, devido à dificuldade no manuseamento da pele e que consiste na divisão da pele após o caleiro e a descarna. As vantagens desta operação são a obtenção de um produto final de qualidade superior e a redução da quantidade de resíduos curtidos gerados.

O equivalente a aproximadamente 10 - 40% do peso dos couros em bruto é removido como raspas e aparas molhadas. A composição média destes resíduos é apresentada na tabela seguinte:

Tabela 6.1 – Composição das raspas em bruto e em tripa

Parâmetro	Unidade	Raspas em bruto	Raspas em tripa
Matéria seca (MS)	%	44 - 53	21 - 34
Ph	---	---	11,7 – 12,9
Gordura extraível	%	25,6	6,5 – 23
Matéria Volátil <sup>(1)</sup>	%	98 - 99	65 - 86
Fósforo (P) <sup>(1)</sup>	%	0,06	0,2 – 0,7
Potássio (K) <sup>(1)</sup>	%	0,08	0,03 – 0,05
Azoto (N) <sup>(1)</sup>	%		1,8
Cálcio (Ca) <sup>(1)</sup>	%	0,13	2,5 – 7,5
Magnésio (Mg) <sup>(1)</sup>	%	0,02	0,06 – 0,14
Enxofre (S) <sup>(1)</sup>	%	4,2	1,5 – 1,7
AOX <sup>(1)</sup>	mg/kg	< 0,4	57,3
Chumbo (Pb) <sup>(1)</sup>	mg/kg		< 8
Manganês (Mn) <sup>(1)</sup>	mg/kg	< 0,04	16
Cádmio (Cd) <sup>(1)</sup>	mg/kg		< 0,16
Cobalto (Co) <sup>(1)</sup>	mg/kg	< 9	ND
Crómio (Cr) <sup>(1)</sup>	mg/kg	1,5 – 1,7	3,1 – 34
Cobre (Cu) <sup>(1)</sup>	mg/kg	< 0,4	< 4,9
Níquel (Ni) <sup>(1)</sup>	mg/kg	ND	< 9,7
Mercúrio (Hg) <sup>(1)</sup>	mg/kg	4,6 – 23	ND
Zinco (Zn) <sup>(1)</sup>	mg/kg		21 – 58
Arsénio (As) <sup>(1)</sup>	mg/kg		ND
Sódio (Na) <sup>(1)</sup>	g/kg		0,2 – 77,3
Poder Calorífico Superior <sup>(1)</sup>	MJ/kg		25.611 – 26.500
Poder Calorífico Inferior <sup>(1)</sup>	MJ/kg		24.700

(1) Em relação à matéria seca.

### 6.2.2 Resíduos curtidos

Provenientes das fases do processo posteriores ao curtume, podem ainda dividir-se em resíduos curtidos a vegetal, a crómio ou com outros agentes curtientes alternativos.

A composição destes resíduos é semelhante à dos não curtidos, sendo estes fundamentalmente constituídos por água e proteínas. Assumem um carácter do tipo não-biodegradável, sendo portanto mais prejudiciais ao meio ambiente.

É possível, no entanto, realizar operações de tratamento (por exemplo através de hidrólise) que invertem esta situação.

Por outro lado, existem alguns tipos de curtume que deixam os resíduos com carácter biodegradável (ex. aldeídos).

### 6.2.2.1 Resíduos sólidos do curtume vegetal

A operação de divisão da pele, realizada na fase de rebaixamento dá origem a este tipo de resíduos. Uma vez que a sua composição é essencialmente à base de proteínas e extratos vegetais, estes resíduos são potencialmente biodegradáveis. Dado que o curtume vegetal é praticado por uma minoria das empresas nacionais, o volume destes resíduos é reduzido.

### 6.2.2.2 Resíduos sólidos do curtume ao crómio

#### 6.2.2.2.1 Raspas azuis

Resultam da operação de divisão das peles curtidas a crómio. Uma alternativa à deposição em aterro controlado, viabilizada internacionalmente, é descurtir os resíduos por hidrólise, valorizando as proteínas na produção de adubos e reciclando o crómio.

#### 6.2.2.2.2 Recortes

Têm características semelhantes às raspas azuis, mas com maiores dificuldades no processo de hidrólise devido ao seu tamanho. Necessitam pois de um processo de trituração prévio à hidrólise. Em Portugal, o seu destino tem sido a deposição em aterro controlado, nomeadamente no Aterro de Resíduos Industriais da AUSTRA.

#### 6.2.2.2.3 Pó da lixa e resíduos do acabamento

São resíduos com maiores problemas de valorização devido à sua coloração. Os destinos possíveis destes resíduos são a deposição em aterro controlado ou a incineração/pirólise. Este tipo de solução permite o aproveitamento da energia térmica libertada na incineração/pirólise e do crómio a partir das cinzas produzidas.

Tabela 6.2 – Composição dos resíduos curtidos

Parâmetro	Unidade	Raspas de crómio	Aparas com crómio	Resíduos de pele acabada
Matéria Volátil <sup>(1)</sup>	%	88 - 95	90 - 95	90 - 95
Matéria seca (MS)	%	30 - 50	30 - 60	-
Carbono Orgânico Total	%	32	30 - 40	-
pH	%	3,5 - 4,0	3,5 - 4,0	-
Gordura extraível	%	1,4	2 - 3	-
Poder Calorífico Superior	MJ/kg	11 - 20	11 - 20	-
Crómio Total (Cr) <sup>(1)</sup>	mg/kg	15.000 - 39.000	10.000 - 35.000	20.000 - 35.000
Arsénio (As) <sup>(1)</sup>	mg/kg	0,7	-	< 0,7
Chumbo (Pb) <sup>(1)</sup>	mg/kg	14,5	-	8 - 14
Cádmio (Cd) <sup>(1)</sup>	mg/kg	< 0,5	-	< 0,7
Mercúrio (Hg) <sup>(1)</sup>	mg/kg	0,3	-	< 0,5

Uma das características dos resíduos sólidos da Indústria de Curtumes consiste no seu valor comercial, o qual é ainda agravado pelos custos de manutenção, armazenagem e transporte. O industrial paga normalmente pela sua eliminação.

Alguns resíduos ou subprodutos podem ser vendidos ou usados como matérias-primas para outros setores industriais.

Para tal é necessário dispor das condições adequadas, como sejam, condições de armazenamento no frio, desidratação, compactação ou trituração.

Os resíduos são separados e manuseados de diferentes maneiras, dependendo das opções de reutilização/reciclagem e eliminação existentes.

Devido ao alto custo de investimento, muitas opções de tratamento não são economicamente viáveis em pequena escala.

A não quase existência em Portugal de indústrias que possam utilizar os subprodutos e resíduos de curtumes, é um dos principais problemas ambientais deste setor.

### 6.2.3 Lamas das estações de tratamento

Resultantes do tratamento das águas residuais, são um concentrado dos poluentes removidos. As fases da produção de curtumes mais poluentes são a Ribeira e o Curtume.

Por esta razão, algumas unidades fabris, tendo em vista a redução dos custos ambientais, preferem trabalhar as peles após o seu curtume, produzindo menor quantidade de lamas e de características diferentes.

Não havendo aplicações para estas lamas, o seu destino é a deposição em aterro controlado, nomeadamente no Aterro de Lamas da AUSTRA.

Tabela 6.3 – Resíduos e efluentes líquidos produzidos ao longo do processo produtivo de curtumes

Etapas	Resíduos	Efluentes líquidos
<b>Receção e Aparação</b>	Recortes de pele em bruto e sal	---
<b>Molho e Remolho</b>	---	Excrementos de animais; soro de sangue; proteínas solúveis; produtos tensioativos e humectantes; cloreto de sódio; carbonato ou hidróxido de sódio; bactérias; fungicidas; conservantes
<b>Pelame e Caleiro</b>	Restos de pêlo e lã, não dissolvidos; gorduras	Sulfuretos e sulfidatos de sódio; proteínas; hidróxidos (de cálcio, regra geral)
<b>Descarna e Divisão</b>	Pêlo; lã; carnaças, aparas e <i>crutes</i> em tripa	Águas de lavagem contendo sólidos e sulfuretos
<b>Desencalagem e Purga</b>	---	Sulfuretos (de sódio, principalmente); sais de cálcio; enzimas; azoto amoniacal
<b>Piquelagem</b>	---	Cloreto de sódio; ácidos orgânicos (ácido fórmico, regra geral); ácidos inorgânicos (ácido sulfúrico, regra geral)

Etapas	Resíduos	Efluentes líquidos
<b>Curtume (com crómio)</b>	---	Licores esgotados contendo crómio; salinidade (cloreto e sulfato de sódio, em geral); sais de crómio; carbonatos e/ou bicarbonatos de sódio; fibras de pele curtidas em suspensão; gorduras emulsionadas
<b>Divisão e Rebaixamento</b>	Raspas e retalhos em <i>wet-blue</i> ou <i>wet-white</i>	---
<b>Neutralização</b>	---	Sais neutros; sintéticos neutralizantes; sais de crómio; partículas de crómio em suspensão
<b>Recurtume, Tingimento e Engorduramento</b>	---	Taninos; corantes; aldeídos; resinas acrílicas; gorduras; emulsionantes; ácido fórmico; outros produtos específicos
<b>Aparação e Lixagem</b>	Pó de lixa; aparas em <i>crust</i>	---
<b>Aparar</b>	Aparas de pele acabada	---
<b>Outros resíduos</b>	Embalagens de papel e cartão, plástico, metal e madeira; restos de produtos químicos; materiais absorventes; lamas de UPI / ETAR	---

Tabela 6.4 – Proporção de resíduos orgânicos gerados a partir de couro em bruto salgado

Resíduo	Quantidade média de resíduos (kg) por tonelada de couro em bruto salgado
Aparas de peles em bruto	20 - 50
Raspas em tripa	100 - 400
Aparas e crutes em tripa (1)	100 - 200
Raspas e retalhos com crómio (1)	200 - 300
Pó da lixa	2 - 10
Produtos químicos de acabamento	5
Lamas de ETAR	400 - 500
Embalagem	15

(1) Valor dependendo se a divisão é feita em tripa ou com a pele curtida.

### 6.3 Classificação e destino dos resíduos

A classificação, de acordo com os códigos LER apresentados na Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, e o destino atual dos resíduos e efluentes líquidos resultantes do processo industrial de curtumes ao crómio são apresentados na tabela incluída na página seguinte.

Tabela 6.5 – Classificação dos resíduos resultantes do processo industrial de curtumes

<b>Código LER</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Resíduos gerados</b>	<b>Destino</b>
04 01 01	Resíduos das operações de descarna e divisão em tripa	Carnaças em tripa	Aterro ou possível aproveitamento.
		Aparas em tripa	
		Crutes em tripa	
04 01 02	Resíduos da operação de calagem	Pêlo e lâ	Valorização ou ETAR
04 01 03 (*)	Resíduos de desengorduramento contendo solventes sem fase aquosa	Desengorduramento (ex: peles de ovinos)	Recuperação ou ETAR
04 01 04	Licores de curtimenta contendo crómio	Curtume e recurtume com crómio.	SIRECRO para valorização do crómio ou tratamento em ETAR
04 01 05	Licores de curtimenta sem crómio	Operações de ribeira, curtume e recurtume	Reutilização ou ETAR para tratamento
04 01 06	Lamas com crómio	Tratamento de efluentes	Aterro
04 01 07	Lamas sem crómio	Tratamento de efluentes	Aterro
04 01 08	Resíduos de pele curtida (aparas azuis, surragem, poeiras) contendo crómio	Raspas azuis (ou raspas <i>wet-blue</i> )	Aterro ou possível aproveitamento.
		Recortes/Aparas	Aterro.
		Pó da lixa	Aterro ou incineração ou possível aproveitamento
04 01 09	Resíduos da confeção e acabamentos	Resíduos do acabamento	
04 01 99	Outros resíduos não anteriormente especificados	Sal sujo	Reutilização, eliminação em aterro ou descarga em ETAR
		Recortes de pele em bruto	Aterro ou possível aproveitamento

(\*) Resíduos considerados perigosos.

Os resíduos líquidos de desengorduramento com solventes orgânicos são os únicos resíduos considerados como perigosos segundo o Catálogo Europeu dos Resíduos (CER).

Contudo, a operação de desengorduramento só se realiza no processamento de peles de ovino, caprino ou suíno.

Além disso, o desengorduramento aquoso já está bastante implementado nos processos de fabrico pelo que os resíduos de solventes orgânicos são normalmente separados e valorizados no próprio processo.

Numa tentativa de realizar alguma hierarquização dos restantes resíduos pela sua relativa perigosidade, podemos adiantar que os resíduos com crómio (sólidos orgânicos e lamas) também têm alguma potencial perigosidade.

De facto, em determinadas circunstâncias, as condições ambientais podem originar, a médio ou longo prazo, alguma oxidação do crómio (estabilizado na pele) à valência VI, tornando-se perigoso.

A probabilidade desta ocorrência é pequena porque os resíduos curtidos são bastante estáveis e não biodegradáveis, mas contudo, não será despropositado que sejam hierarquizados acima dos resíduos não curtidos.

Relativamente aos licores de curtimenta, refira-se que estes resíduos em geral acabam por não existir fisicamente nas empresas porque, são separados e tratados internamente ou externamente (na unidade SIRECRO).

Finalmente, os resíduos de acabamento são também usualmente descarregados nas águas residuais, pois são arrastados pelas cortinas de água das cabinas onde se processam as aplicações.

Neste setor, os resíduos sólidos orgânicos (com e sem crómio) são resíduos inevitáveis, pois a sua geração não resulta de baixos rendimentos dos processos de fabrico, mas sim de uma necessidade irremediável de retirar da pele em bruto partes da sua constituição não aproveitáveis para o produto final.

Há no entanto algumas medidas/tecnologias que podem ser aplicadas nos processos e que permitem uma redução dos quantitativos de resíduos com crómio, como se verá mais adiante.

Foi realizado um levantamento junto de algumas empresas a fim de avaliar a relação entre os vários tipos de resíduos gerados e também para inferir se as quantidades correspondentes estão ou não dentro dos limites considerados internacionalmente como típicos para as instalações de curtumes.

Na figura 6.1 apresentam-se as quantidades de resíduos sólidos curtidos e não curtidos, gerados por algumas empresas portuguesas do setor, referidos a 1 tonelada de pele alimentada ao processo.

Nota-se uma razoável dispersão dos quantitativos unitários de resíduos gerados, o que demonstra a existência de diversas formas de operação entre as várias empresas, provavelmente condicionadas pelo tipo e origem da matéria-prima e também pelas características do produto final que oscila conforme a solicitação do cliente (peles mais ou menos espessas, mais ou menos encamurçadas, etc.).

Podemos realçar a empresa 1 que só processa peles a partir de wet-blue, razão pela qual não tem resíduos sem crómio.

A empresa 4, por sua vez, produz uma quantidade de resíduo bastante superior aos valores de referência, com particular relevância para os resíduos da operação de descarna.

No geral, produzem-se mais aparas de pele curtida do que de pele não curtida, o que demonstra que nas empresas a aparção em tripa é pouco relevante.

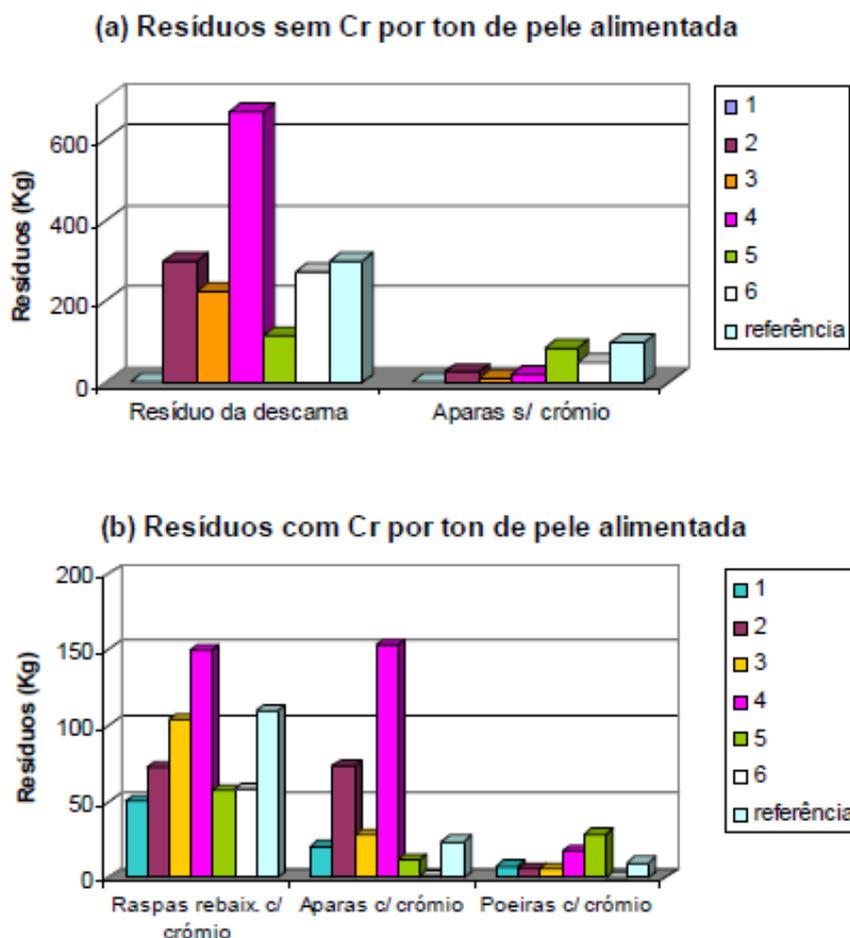


Figura 6.1 – Resíduos sem crómio (a) e com crómio (b) gerados por tonelada de pele alimentada, para algumas empresas do setor, e valores comparativos considerados de referência a nível internacional.

Verifica-se serem os resíduos de descarna/divisão em tripa e também as raspas da divisão e rebaixamento os que mais contribuem para o total de resíduos sólidos no setor.

Este facto está de acordo com a normal operação das unidades de curtumes, como se pode observar na figura 6.2.

Nesta figura, compara-se a distribuição dos resíduos sólidos obtidos numa estimativa, com uma distribuição de referência expectável a partir do fluxo de materiais do setor no País.

A principal diferença reside na quantidade de aparas em tripa (menor do que o expectável) e também na quantidade de aparas azuis (maior do que o expectável).

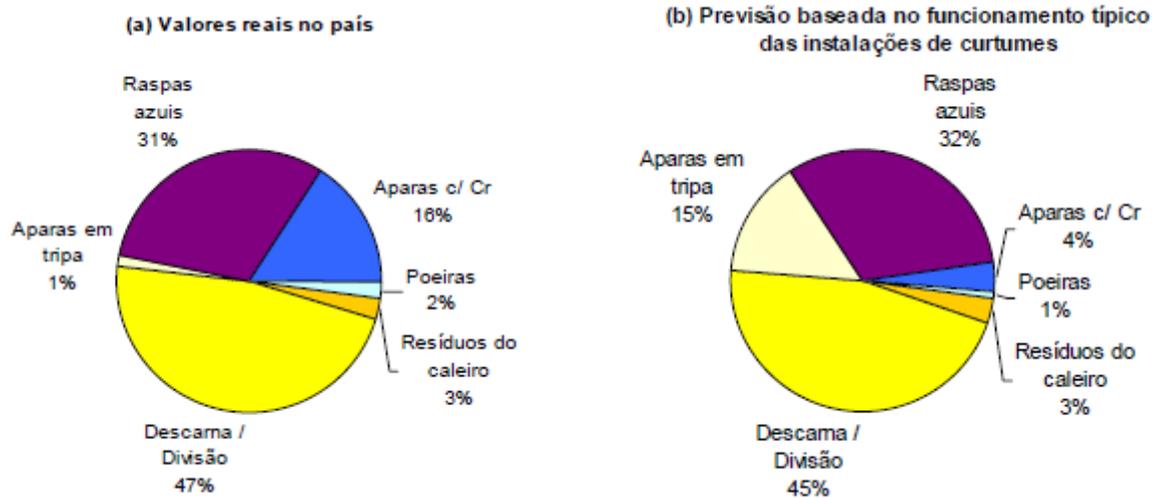


Figura. 6.2 – Distribuição percentual dos resíduos sólidos orgânicos gerados no país (a) e sua comparação com a previsão dos mesmos baseados no funcionamento típico das instalações de curtumes (b).

O total de resíduos do setor estima-se em cerca de 75.000 Ton./ano, sendo que a quantidade anual gerada de resíduos sólidos orgânicos atinge cerca de 41.000 Ton./ano, das quais 21.000 Ton. são resíduos sólidos orgânicos sem crómio e 20.000 Ton. são resíduos sólidos com crómio.

Relativamente às lamas, são geradas anualmente cerca de 28.000 Ton. no tratamento das águas residuais.

Quanto à avaliação dos quantitativos de resíduos sólidos gerados em função da dimensão das empresas, representadas por escalões do número de trabalhadores, verifica-se que as empresas de maior dimensão são as grandes geradoras dos resíduos do setor.

Cerca de 68 % do total de resíduos sólidos são produzidos por 20% das empresas (as que têm ao serviço mais de 50 trabalhadores).

Em todos os escalões, as quantidades de resíduos com crómio são superiores aos resíduos sem crómio, exceto no maior escalão, onde se dá uma clara inversão desta tendência. Este facto confirma que muitas das empresas de pequena e média dimensão optam por concentrar o seu esforço produtivo nas operações finais do processo.

Por outro lado, são as maiores empresas que operam o processo completo (ribeira, curtume e pós-curtume).

A relação entre os resíduos com e sem crómio observada no escalão 100-199 é típica das instalações de curtumes completas.

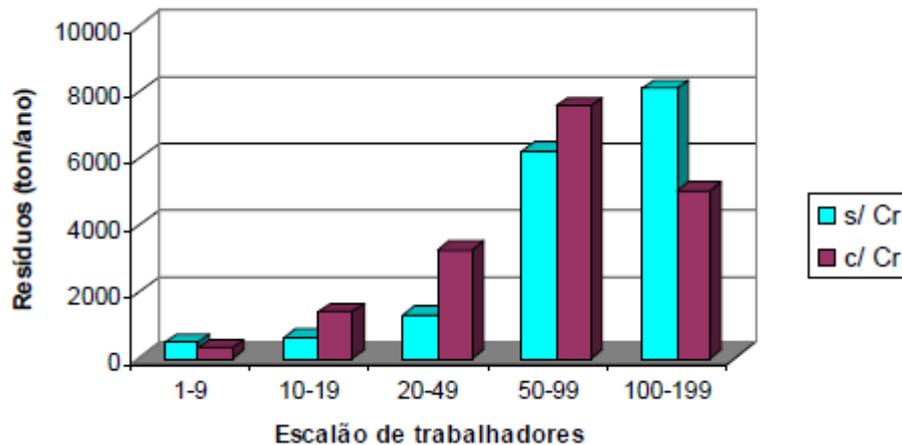


Figura 6.3 – Resíduos sólidos com e sem crómio gerados em função da dimensão das empresas

Da análise realizada aos resíduos no setor dos curtumes, resumem-se de seguida as principais conclusões:

- São gerados anualmente no país cerca de 41.000 toneladas de resíduos sólidos orgânicos, divididos quase equitativamente entre resíduos com e sem crómio;
- As lamas de ETAR geradas totalizam cerca de 28.000 toneladas por ano;
- A maior parte dos resíduos sem crómio resultam das operações de descarna e divisão em tripa. Para os resíduos com crómio contribuem essencialmente as raspas do rebaixamento e divisão da pele curtida;
- A relação entre resíduos com crómio e sem crómio é superior ao considerado normal em instalações de curtumes porque muitas empresas dedicam maior esforço ao processamento de peles já curtidas. Este facto é mais relevante nas empresas de média dimensão (entre 10 e 100 trabalhadores);
- As empresas com mais de 50 trabalhadores geram quase 70% dos resíduos sólidos orgânicos do setor.

Existem depois todo um outro conjunto de resíduos sólidos indiretamente ligados ao processo produtivo, como são: embalagens e restos de produtos químicos, paletes de madeira, papel e cartão, plásticos, óleos usados, sucatas ferrosas e não ferrosas, óleos usados, desperdícios contaminados, entre outros.

Estes resíduos devem ter uma gestão adequada, envolvendo as operações da recolha, transporte, armazenamento, tratamento, valorização e eliminação, bem como o planeamento dessas operações.

A responsabilidade pelo destino final dos resíduos é de quem os produz, logo das empresas.

Internamente compete a cada um dos colaboradores, na medida da sua intervenção, minimizar a produção de resíduos e os seus possíveis impactes.

Em Alcanena foram criadas importantes infraestruturas visando dotar a região de soluções de deposição dos resíduos. Estas infraestruturas são hoje da responsabilidade e gestão da AUSTRA, e englobam os aterros controlados de resíduos sólidos curtidos e lamas da ETAR e a unidade de reciclagem de licores de crómio, SIRECRO.

Na zona de Alcanena existem depois várias empresas (transportadoras e destinatários) dedicadas à gestão e tratamento dos resíduos.

#### **6.4 Potencial de prevenção e de valorização no setor**

Numa empresa de curtumes, verifica-se normalmente a produção de uma quantidade apreciável de resíduos ao longo do processo de produção.

Alguns destes resíduos são provenientes de uma seleção efetuada numa fase terminal do processo produtivo com vista a remover pedaços de pele que não possuem qualidade para comercialização.

Se tivessem sido retirados logo após ao seu aparecimento, seria possível evitar que o seu peso fosse tomado em consideração para o processamento subsequente.

Devido a este facto, assiste-se a uma utilização desnecessária de produtos químicos para processar uma quantidade de material que não terá aproveitamento final, conduzindo assim a uma distribuição de custos totais por menos quantidade de produto acabado, refletindo-se então num aumento do custo final por unidade fabricada.

Os resíduos formados têm de ser manuseados e armazenados de forma a evitar lixiviação, odores e problemas de emissões para a atmosfera.

A descrição do processo produtivo anteriormente realizada e a sua correspondente associação à geração dos resíduos permite concluir que os processos de curtimenta podem ser potencialmente problemáticos ao nível das descargas para o ambiente. O potencial de poluição é elevado e muito diversificado.

A assimilação desta realidade tem levado ao desenvolvimento de processos e tecnologias mais limpas que visam a prevenção da poluição.

Muitas dessas tecnologias têm sido aplicadas industrialmente com sucesso no mundo inteiro, resultando em benefícios reais para o ambiente. Assim o potencial de prevenção no setor pode-se considerar como elevado.

Em Portugal têm-se registado alguns avanços neste domínio, tanto ao nível de projetos de investigação e desenvolvimento aplicados, como na transferência e implementação de algumas tecnologias mais limpas nas empresas.

Neste esforço têm estado envolvidas diversas empresas, instituições de I&D e Universidades, destacando-se o CTIC pelo seu trabalho constante no setor, sem menosprezo para as outras entidades.

As medidas e tecnologias para a gestão e tratamento de resíduos consistem em, e por ordem de prioridade, na:

- Redução na fonte: eliminar ou diminuir a formação de resíduos no processo produtivo;

- Reutilização interna de muitos objetos do quotidiano, como embalagens reutilizáveis assim como o uso direto/após algum processamento, do resíduo no próprio processo produtivo;
- Reciclagem externa, permitindo a transformação de materiais inúteis em novos produtos.

A redução de resíduos na fonte ou a prevenção da sua produção pode ser conseguida através de:

- Eco design do produto (projeto, produção e embalagem de produtos com um conteúdo tóxico minimizado, volume mínimo de matéria-prima ou vida útil mais longa);
- Aplicação de novas tecnologias menos poluentes;
- Melhor conhecimento da situação atual relativamente ao tipo e quantidade de resíduos gerados no país, para que se possam diagnosticar as suas possibilidades de redução;
- Gestão empresarial, com mudança de atitudes dos recursos humanos das empresas.

Nota: A utilização de aterros é, em alguns casos, a única opção disponível.

A substituição do crómio como agente curtiente implicará uma necessária adequação dos setores de processamento dos couros, com particular relevo para as indústrias do calçado e automóvel. As exigências impostas por estes e outros industriais estarão na base da conversão das tecnologias, mas este tem sido um processo lento e gradual.

Um exemplo típico deste tipo de imposições são os couros para a indústria automóvel, necessariamente livres de crómio. Existem em Portugal empresas de curtumes que reverteram o seu processo de fabrico, com sucesso, para entrar nestes mercados.

A gestão do crómio nas instalações de curtumes é pois de importância crucial. A correta gestão do crómio numa instalação de curtumes passará pela aplicação de medidas ou tecnologias, que aplicadas por si ou em conjunto, resultem no máximo aproveitamento deste reagente.

A Figura 6.4 mostra um balanço típico ao crómio numa instalação industrial, referido a 1 tonelada de pele alimentada.

Do crómio introduzido no processo (cerca de 17 Kg Cr/Ton. pele) verifica-se que pouco mais de 70% é efetivamente incorporado na pele, sendo o restante perdido nas águas residuais.

É exatamente sobre esta fração do crómio perdida que se devem concentrar os esforços, objetivando uma maior eficiência no seu uso.

Relativamente ao crómio incorporado na pele, parte é também perdida como resíduo sólido. Esta fração, que constitui quase 30% do crómio alimentado, é porém inevitável na maioria dos casos.

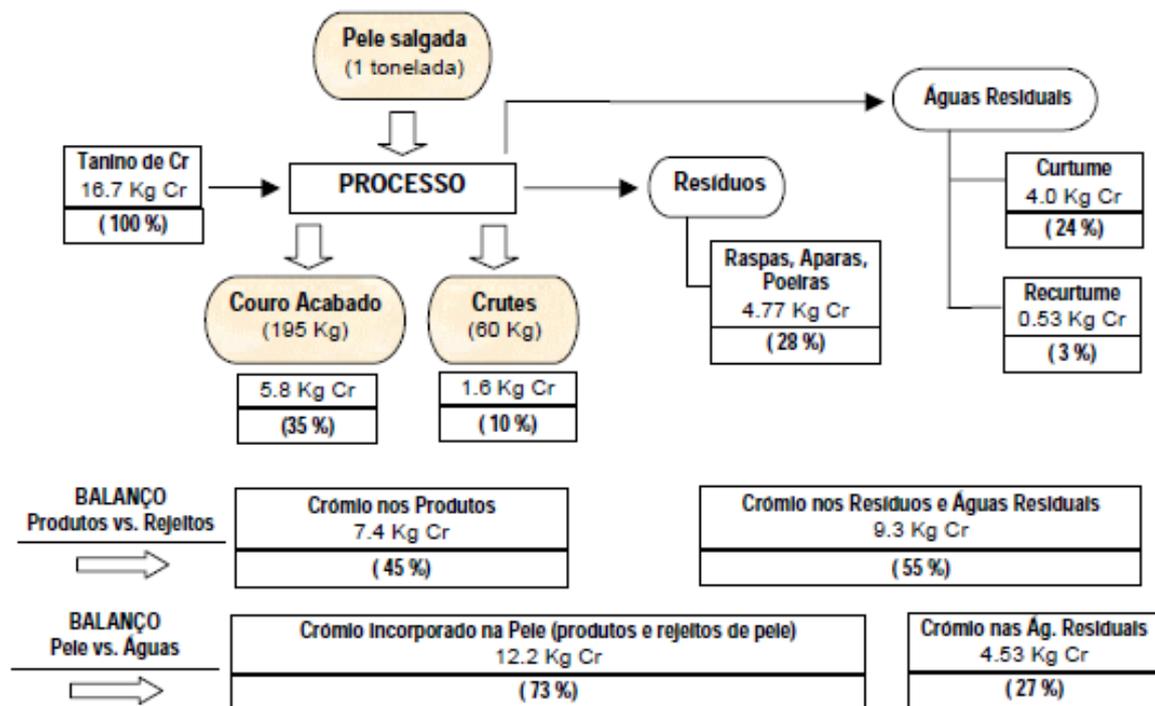


Figura 6.4 – Balanço mássico típico ao crómio numa instalação de curtumes com um processo convencional. As quantidades apresentadas referem-se às massas por tonelada de pele salgada (ws) alimentada e as percentagens são referidas ao total de crómio introduzido no processo

As medidas integradas no processo evitarão também, direta ou indiretamente, a produção de resíduos.

É importante proceder ao tratamento dos resíduos que não podem ser evitados, de modo a garantir um tratamento eficiente - por exemplo, através da separação de frações específicas.

Encontram-se disponíveis várias alternativas para a reciclagem ou reutilização de frações de resíduos orgânicos:

- Podem produzir-se gelatina e cola a partir de resíduos não curtidos;
- Em alguns Estados-Membros, os resíduos não curtidos são processados com vista à produção de tripas artificiais;
- A recuperação de gordura a partir das aparas em bruto, resíduos de descarna e de aparas resultantes das operações de divisão é efetuada em fábricas de extração de gorduras. Estes resíduos, quando sujeitos a tratamento com cal, podem necessitar de pré-tratamento antes de serem convertidos;
- A gordura pode ser separada, tratada e valorizada no próprio processo produtivo, embora tal procedimento não seja ainda prática corrente;
- Recuperação de proteínas (hidrolisado de proteínas) a partir de, por exemplo, aparas resultantes de operações de divisão para posterior conversão em fertilizante (Ex: adubos foliares);

- Recuperação de colagénio de, por exemplo, aparas de caleiro e aparas resultantes das operações de divisão. O colagénio tem várias utilizações como aditivo de produtos de carne e de padaria, em produtos farmacêuticos e cosméticos e como aditivo de produtos de borracha;
- Os resíduos curtidos podem ser utilizados na produção de painéis de fibra de couro;
- Outras alternativas de tratamento de resíduos orgânicos e das lamas resultantes do tratamento de águas residuais são a compostagem, a reciclagem na agricultura, a digestão anaeróbia, a deposição em aterro e o tratamento térmico.

A aplicabilidade das diferentes técnicas de eliminação de lamas depende da composição das mesmas, especialmente do seu conteúdo de crómio, e deve ser determinada caso a caso, tendo em consideração as regulamentações existentes;

- Outros tipos de resíduos podem necessitar de tratamento posterior em unidades exteriores à empresa.

Podem incluir-se nesta categoria os seguintes resíduos: sal, solventes e produtos químicos orgânicos utilizados como produtos de processo, auxiliares, agentes de limpeza, lamas provenientes de acabamentos, sólidos provenientes de processos de redução de efluentes gasosos (lavadores de gases húmidos) e materiais de embalagem.



Figura 6.5 – Instalações de valorização de resíduos (produção de fertilizantes e compostos)

Tabela 6.6 – Possibilidades de aproveitamento e destino final dos resíduos de curtumes

Resíduos	Aproveitamento / Destinos possíveis
Camada retirada na divisão, após caleiro/depilação ou após curtimenta	Produção de pele acabada de segunda linha – croute (em uso, em Portugal)
Resíduos curtidos em geral – pós de rebaixamento e lixagem, aparas, etc.	Produção de placas ou quadros de fibras de pele curtida aglomerados ou prensados (paredes divisórias, isolante térmico e acústico)
Pó e farelo do rebaixamento	Solas e palmilhas para calçados (em uso, mas não em Portugal)
Aparas / pedaços de pele curtida, pós de rebaixamento e lixagem prensada	Pequenos artigos de pele curtida (em uso, em Portugal)
Pó de lixagem	Fabrico de cartão / Carga para indústria de cimento

Resíduos	Aproveitamento / Destinos possíveis
Pêlos	Material de enchimento / Mantas filtrantes / Pincéis
Aparas frescas, salgadas, caleadas, após caleiro, camadas retiradas da divisão (raspas) e carnaças.	Gelatina e/ou cola (em uso, mas não em Portugal)
Camadas retiradas da divisão, após caleiro (raspas)	Revestimento de enchidos / salsichas (em uso, mas não em Portugal)
Aparas frescas e carnaças	Recuperação de gordura (em uso, em Portugal) / Recuperação energética
Pêlos, aparas frescas e caleadas, carnaças, camadas retiradas da divisão (raspas) e material curtido (aparas curtidas e pós de rebaixamento).	Proteína hidrolisada (para uso por terceiros ou para reciclagem interna – “enchimento” da pele curtida, no recurtume – dependendo do resíduo e do processo de obtenção) (em uso, mas não em Portugal)
Aparas e camadas retiradas da divisão (raspas), após caleiro	Colagénio / “Dog-toys” / Alimentos para animais de estimação (em uso, mas não em Portugal)
Lamas / precipitados / filtrados com alto teor de crómio, pó de rebaixamento, aparas curtidas	Crómio para curtume / recurtume (em uso, mas não em Portugal)
Carnaças (pré-descarna e descarna), raspas (verdes, caleadas), gorduras e óleos, material de gradeamento dos efluentes	Compostagem ou digestão anaeróbia (em uso, em Portugal)
Gorduras, misturas de solventes orgânicos não halogenados e óleos	Tratamento térmico (aproveitamento energético de resíduos) (em uso, em Portugal)
Sobras de tintas e solventes	Novas formulações de tintas para acabamento da pele curtida (em uso, em Portugal)

De salientar alguns dos processos mais valorizados economicamente:

As aparas e raspas em tripa, resultantes da operação de divisão em tripa, podem ser usadas como matéria-prima para a produção de gelatina ou de colagénio para alimentação humana ou aplicadas no setor de alimentos para animais.

As empresas de curtumes, enquanto fornecedores de matérias-primas para gelatina e colagénio (consumo humano), de acordo com o Regulamento (CE) N.º 853/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril, devem atender aos seguintes requisitos:

- As peles e couros que lhe derem origem não podem ter sido submetidas a qualquer processo de curtimenta. Portanto, as aparas e raspas em tripa cumprem este requisito;
- As peles e couros que lhe derem origem devem provir de animais abatidos num matadouro e cujas carcaças foram consideradas próprias para consumo humano na sequência de inspeções ante-mortem e post-mortem. Há que garantir a existência dos certificados dos matadouros;

- As peles e couros que lhe derem origem devem provir de estabelecimentos registados ou aprovados ao abrigo do Regulamento n.º 852/2004 ou do Regulamento n.º 853/2004. Há que garantir a existência das licenças dos matadouros;
- As matérias-primas devem ser acompanhadas, durante o transporte e aquando da entrega, de um documento que indique o estabelecimento de origem e com indicação do destinatário;
- A empresa deve dispor de câmaras de armazenagem com pavimento resistente e paredes lisas, fáceis de limpar e desinfetar e, preferencialmente, com instalações de refrigeração;
- A empresa deve manter as câmaras de armazenagem em condições satisfatórias de conservação e limpeza, de forma a não constituírem uma fonte de contaminação das matérias-primas;
- As matérias-primas devem ser transportadas e armazenadas refrigeradas ou congeladas, exceto no caso de serem transformadas nas 24 horas que se seguem ao início do seu transporte.

No entanto, os ossos desengordurados e secos e a osseína, os couros salgados, secos e tratados com cal e as peles e os couros submetidos a um tratamento alcalino ou ácido podem ser transportados e armazenados à temperatura ambiente.

Os resíduos curtidos (com e sem crómio) podem ser sujeitos a um processo de hidrólise (ácida ou alcalina) e dar origem a produtos de maior valor acrescentado:

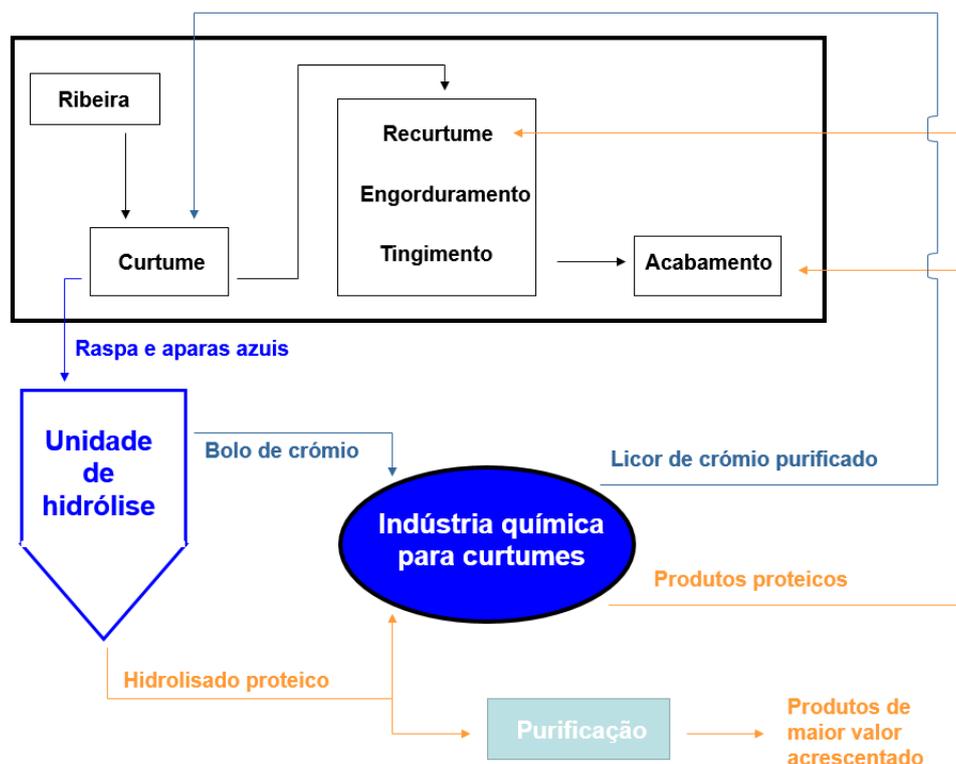


Figura 6.6 – Processo de hidrólise de resíduos curtidos

Para uma maior valorização do hidrolisado proteico é necessário que este esteja praticamente isento de crómio, podendo ser utilizada uma tecnologia de membranas, o que, devido ao seu custo, poderá inviabilizar esta solução.

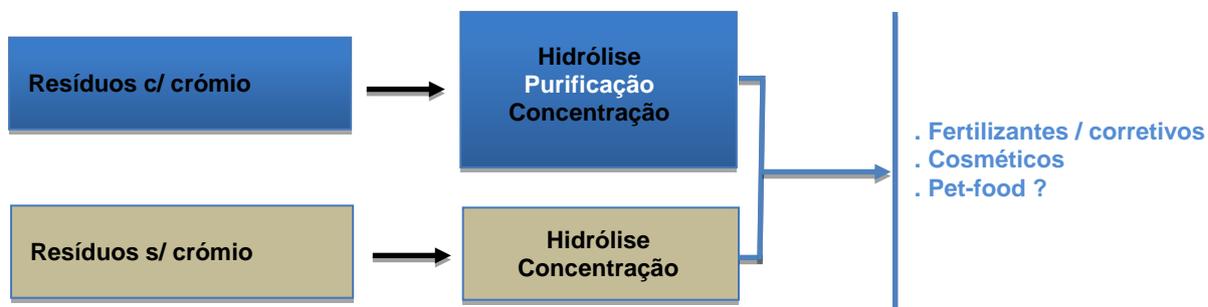


Figura 6.7 – Valorização de resíduos curtidos

Estes resíduos podem também ser utilizados, após transformação química, em produtos aglomerados de couro, ou em produtos compósitos resultantes de mistura com outros resíduos ou materiais, como sejam alguns polímeros:



Figura 6.8 – Aglomerados e produtos compósitos (casa)



Figura 6.9 – Aglomerados e produtos compósitos (calçado)

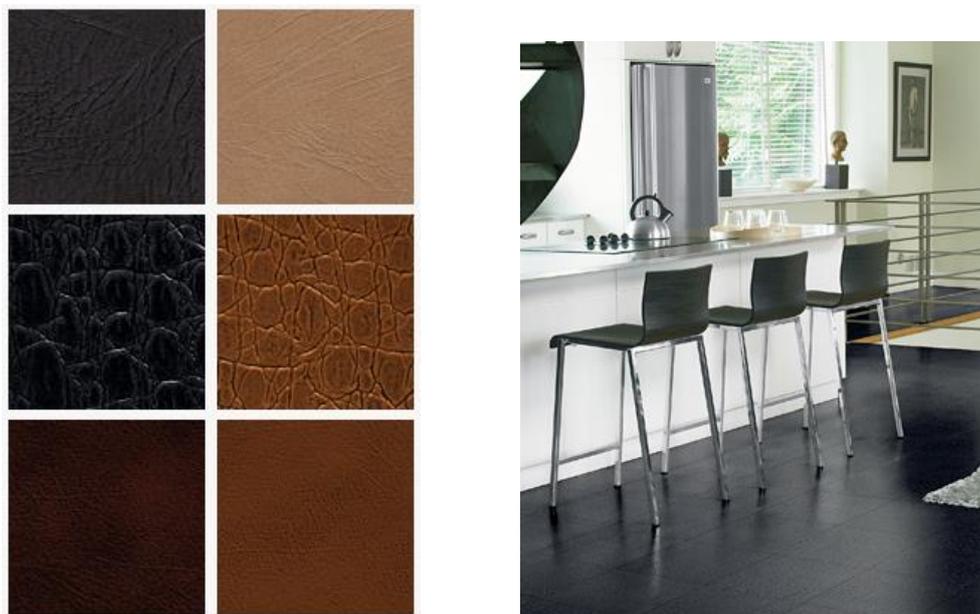


Figura 6.10 – Aglomerados e produtos compósitos (construção)

Outra forma possível de tratamento dos resíduos de pele é a sua valorização energética por incineração direta ou como combustível após tratamento prévio.

Em Portugal não se pratica a incineração direta dos resíduos do setor de curtumes.

A segunda solução está estudada e já é aplicada por alguns industriais, existindo interesse da parte dos industriais para a instalação de uma unidade industrial coletiva:

- Projeto VERICA – Projeto que visou a produção de biogás a partir dos resíduos não curtidos, lamas da ETAR de Alcanena e outros resíduos agroindustriais, utilizando a tecnologia de codigestão anaeróbia;
- Projeto Fleshdiesel - Projeto com duplo objetivo. Por um lado, pretendia produzir biodiesel através dos resíduos da Indústria dos Curtumes (raspa tripa), e por outro, visava reduzir o volume de resíduos produzidos pela indústria (óleos para engorduramento de peles e materiais proteicos para aplicação no curtume e acabamento de pele);
- Trituração dos resíduos com gordura e aplicação de vapor num reator com vista a separar a gordura, a proteína e as águas residuais (problema acrescido no tratamento e com provável incumprimento dos Valores Máximos Admissíveis no coletor).

De entre as principais tecnologias de incineração direta, podem destacar-se os processos de gaseificação e de pirólise dos resíduos sólidos, que consistem na gaseificação direta e indireta dos resíduos (lamas das ETAR's, resíduos curtidos e não curtidos), respetivamente, e na sua posterior utilização como combustível, tendo como principal resultado a diminuição drástica da quantidade de resíduos sólidos a serem dispostos em aterros e conseqüente diminuição das emissões gasosas geradas, e ainda a possível recuperação do crómio contido nos resíduos curtidos.

A compostagem dos resíduos é outra das soluções que é utilizada pelos industriais, nomeadamente recorrendo à empresa Comonatura.

Esta tecnologia consiste na digestão ou decomposição biológica (aeróbia ou anaeróbia) dos resíduos sólidos por ação de microrganismos, transformando-os num composto (usado como fertilizante, devido à presença de azoto, fósforo, potássio e outros nutrientes, ou usado como fonte de azoto para as populações microbianas).

Os resíduos curtidos têm sido colocados em aterro controlado. No entanto, têm-se verificado estudos no sentido de viabilizar outras utilizações, nomeadamente como fertilizantes agrícolas após remoção do crómio, como se verifica noutros países europeus, como a Itália.

Em alguns casos os resíduos acabados são valorizados na elaboração de marroquinaria e peças de artesanato.

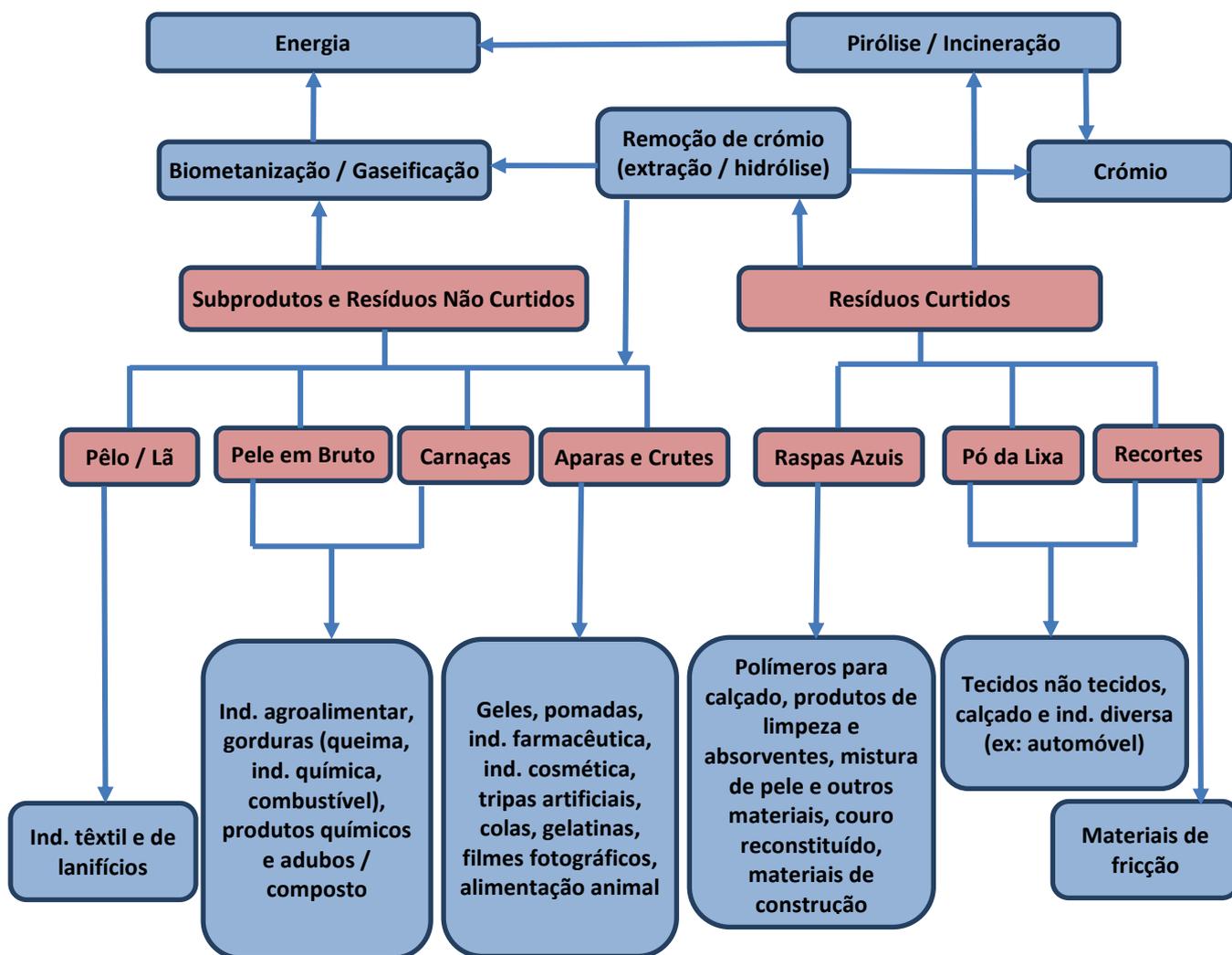


Figura 6.11 – Aplicações dos principais resíduos sólidos da Indústria de Curtumes

Há ainda a salientar o caso das lamas geradas na ETAR's que podem ter várias utilizações, com ou sem tratamento prévio, dependente do seu grau de contaminação:



Figura 6.12 – Valorização de lamas de ETAR's

## **7. MINIMIZAÇÃO DE ODORES E TRATAMENTO DOS EFLUENTES GASOSOS**

### **7.1 Odores**

É definido odor como uma propriedade de um composto, definida em termos de estrutura química e concentração, que afeta o olfato, ou seja, é o atributo organolético perceptível pelo órgão olfativo por inalação de compostos voláteis.

Estes compostos são referidos como odoríferos, pelo facto de estimularem o olfato humano para que o odor seja perceptível, sendo o odor perceptível quando o composto odorífero possui um peso molecular entre 15 e 300 g/mol e é solúvel em água e em lípidos.

Geralmente a qualidade do odor é associada ao tipo de ligações químicas e o potencial odorífero é relacionado com o peso molecular.

De um modo geral, a causa dos odores está associada à presença de compostos odoríferos no ar, em consequência de emissões químicas gasosas. Os odores que causam incómodo estão normalmente associados a ambientes perigosos ou desagradáveis, sendo frequentes em contentores de resíduos sólidos, em ETAR's e em alguns setores industriais, com é o caso da indústria de curtumes.

Os odores mais característicos têm origem principalmente em compostos sulfurados ou azotados, resultantes da decomposição anaeróbia da matéria orgânica: ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), mercaptanos ( $CH_3SH$ ) e amoníaco ( $NH_3$ ):

#### **7.1.1 Amoníaco**

O amoníaco é um gás incolor com um odor acre, que pode ser detetado no ar a partir de uma concentração de 50 ppm. Os problemas de saúde – irritação da pele, olhos, nariz, garganta e pulmões – estão normalmente associados a concentrações superiores e, ou tempos de exposição prolongados, tendo-se verificado que o corpo humano desenvolve alguma tolerância quando sujeito a exposições sucessivas.

#### **7.1.2 Ácido Sulfídrico**

O ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), também conhecido como sulfureto de hidrogénio é um gás incolor e inflamável com um forte e desagradável odor de ovos podres. Este gás é algumas vezes referido como "gás de esgoto". Este ácido é muito venenoso, irritante para os olhos e vias respiratórias, mesmo a baixas concentrações e pode atuar como depressivo.

#### **7.1.3 Mercaptano de Metilo**

O mercaptano de metilo ( $CH_3SH$ ) é um gás incolor, inflamável, com um odor característico de couves em decomposição. A sua ocorrência no ar resulta da degradação da matéria orgânica. Devido ao seu odor desagradável, a inalação de mercaptano de metilo está associada a problemas neurológicos e é considerado possível causador de morte. No entanto não existe informação sobre os limites de concentrações.

A emissão de odores associada às estações de tratamento de águas residuais urbanas (ETAR), constitui, atualmente, um dos impactes ambientais mais sensíveis, quer em novas instalações, quer em reabilitações/reconfigurações.

Alguns dos compostos odoríferos podem constituir, quando em concentrações elevadas, uma ameaça para a segurança e saúde dos trabalhadores que a eles estão expostos, para além de contribuírem para uma rápida deterioração quer dos equipamentos eletromecânicos quer da construção civil.

Consequentemente, o seu controlo e, também, a sua minimização, constituem uma preocupação crescente quer das entidades que gerem e exploram este tipo de infraestruturas, quer, também, dos projetistas e consultores.

Os odores que ocorrem numa ETAR têm origem, fundamentalmente, em compostos sulfurados ou azotados, incluindo o ácido sulfídrico ( $H_2S$ ), e, também, da decomposição anaeróbia da matéria orgânica que potencia a libertação de mercaptanos ( $CH_3SH$ ) e de amoníaco ( $NH_3$ ).

O potencial de formação e libertação de odores em ETAR depende da composição da água residual, bem como da extensão e das condições de escoamento na rede de drenagem. A ocorrência de condições sépticas propícias à formação de compostos odoríferos pode ocorrer durante o transporte dos afluentes (condutas) e, ou na ETAR, sendo potenciada com o aumento da temperatura, presença de cargas orgânicas elevadas e de compostos químicos reduzidos, que conduzem à diminuição do oxigénio dissolvido e contribuem para a criação de condições de anaerobiose.

Numa ETAR, a ocorrência e a intensidade de odores pode ser agravada pela recirculação interna associada a algumas das operações, nomeadamente, espessamento e desidratação das lamas.

## **7.2 Técnicas de minimização de odores**

Existem várias técnicas que podem ser utilizadas eficientemente na minimização de odores, mas que apresentam algumas limitações.

Assim, as várias possibilidades para o tratamento de odores incluem os seguintes processos:

- Biológicos, nos quais a intervenção de microrganismos é responsável pela remoção dos compostos odoríferos através da sua decomposição e incorporação na biomassa;
- Químicos, que induzem a oxidação, a redução e, ou a precipitação dos compostos odoríferos;
- Físicos, nos quais a remoção dos compostos odoríferos do ar é feita por transferência de massa, da fase gasosa para a fase líquida (absorção) ou da fase gasosa para a fase sólida (adsorção);
- Térmicos, de combustão ou oxidação a elevadas temperaturas, que asseguram a destruição dos compostos odoríferos presentes no ar.

Para melhor controlar os impactos odoríferos da indústria de curtumes é necessário um controlo rigoroso de seus odores, resíduos sólidos e efluentes líquidos e gasosos. Podem ser destacadas as seguintes ações:

- A manutenção e higiene das instalações e equipamentos é um dos principais aspetos, principalmente para evitar que os materiais que se degradam facilmente fiquem expostos sem o devido cuidado necessário;
- Evitar a decomposição da matéria-prima com bom controlo das operações de conservação das peles – utilização de conservantes adequados e em quantidade suficiente, de práticas adequadas de acondicionamento e de manutenção de ambiente seco.
- Evitar um tempo longo de espera para o início do processamento de peles frescas, que se degradam de forma acelerada.
- Substituir o uso de sulfureto no caleiro / depilação por outros produtos alternativos (Ex: sulfidrato e tioglicolato), que exalam menos odores;
- Controlar o uso de solventes orgânicos (procurar utilizar, o quanto possível, produtos à base de água) e o manuseamento de produtos pulverulentos;
- Implementar uma vedação efetiva das instalações na zona de armazenamento dos materiais que se degradam facilmente, como os resíduos não curtidos e as lamas. A zona de armazenamento dos resíduos sólidos deve ser seca (coberta), fresca e arejada;
- Caldeiras: sempre que possível e viável, utilizar combustíveis mais limpos e renováveis, como biomassa. O gás natural é também uma opção mais limpa. Obviamente, seja qual for o combustível e o tipo de caldeira, a sua operação deve ser otimizada e cuidadosa, para minimizar suas emissões. As emissões gasosas deverão cumprir a legislação aplicável e ser direcionadas através de chaminés que cumpram também os requisitos legais (nomeadamente a altura e a inexistência de chapéus);
- Nas unidades de tratamento de águas residuais e respetivas condutas, manter condições aeróbias, cuidar para que não haja um valor de pH abaixo de 9,0, para que não haja formação de gás sulfídrico e garantir uma dessulfuração completa.

### **7.3 Efluentes gasosos**

A atmosfera é a camada de ar que envolve a Terra composta por uma mistura de gases (essencialmente 78% de Azoto, 21% de Oxigénio, 0,95% de Árgon e 0,05% de elementos vestigiais), vapor de água e partículas.

Diz-se que o ar está poluído, ou que existe poluição atmosférica, sempre que a composição do ar se altera quer por modificação das proporções dos seus constituintes quer por introdução de novas substâncias (poluentes).

Existem poluentes primários (são emitidos diretamente pelas fontes de emissão) e poluentes secundários (resultantes de reações e de transformações entre poluentes primários na atmosfera, como por exemplo o ozono).

### 7.3.1 Poluentes primários principais

- Emissões para a atmosfera diretamente da fonte, sendo precursores dos poluentes secundários.
- Equipamentos térmicos, indústria e transportes - CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, hidrocarbonetos, dioxinas e furanos, partículas; existem alguns tipos de fontes fixas de emissões gasosas nas empresas de curtumes.

Destacam-se as seguintes: caldeiras/geradores de vapor, filtros de despoejamento, cabines de pintura, estufas de secagem e filtros de remoção de COV's.

- Processos industriais – ácido sulfídrico, amoníaco, ácido clorídrico, dioxinas e furanos, partículas.

Tabela 7.1 – Poluentes atmosféricos principais e alguns dos seus efeitos

Poluente	Origem	Efeito
Clorofluorcarbonetos (CFC's)	Sistemas de refrigeração, sprays	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruição da camada de ozono;</li> <li>• Efeito de estufa.</li> </ul>
Monóxido de Carbono (CO)	Combustão incompleta de combustíveis fósseis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeito de estufa: problemas respiratórios.</li> </ul>
Metano (CH <sub>4</sub> )	Agricultura, pântanos, animais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeito de estufa.</li> </ul>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Queima de combustíveis fósseis, indústria, animais e plantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeito de estufa.</li> </ul>
Compostos Orgânicos Voláteis (COV's)	Tintas e vernizes, limpeza de superfícies, lavandarias, meios de transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuem para a formação de outros poluentes e de smog;</li> <li>• Cancerígenos.</li> </ul>
Sulfureto de Hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	Queima de combustíveis fósseis, indústria, decomposição da matéria orgânica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão de materiais.</li> </ul>
Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> )	Queima de combustíveis fósseis, transportes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas ácidas.</li> </ul>
Ozono (O <sub>3</sub> )	Combinação de outros poluentes por ação da luz solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de smog;</li> <li>• Problemas respiratórios.</li> </ul>
Partículas	Queima de combustíveis fósseis, indústria, transportes e vulcões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afeta a penetração da luz solar;</li> <li>• Doenças pulmonares.</li> </ul>
Óxidos de Enxofre (SO <sub>x</sub> )	Queima de combustíveis fósseis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas respiratórios;</li> <li>• Chuvas ácidas.</li> </ul>
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	Fertilizantes, queima de combustíveis fósseis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeito de estufa.</li> </ul>

Algumas notas sobre os mais importantes:

#### 7.3.1.1 Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>)

7.3.1.1.1 Monóxido de Azoto - NO: gás incolor, inodoro, pouco tóxico e tem um papel importante como precursor nos processos fotoquímicos. A maioria das emissões de óxidos de azoto faz-se essencialmente sob a forma de monóxido de azoto (cerca de 90%);

7.3.1.1.2 Dióxido de Azoto - NO<sub>2</sub>: gás acastanhado, facilmente detetável pelo odor, muito corrosivo e forte oxidante.

#### 7.3.1.2 Monóxido de carbono (CO)

O CO é um gás incolor e inodoro. É essencialmente resultado da combustão incompleta de combustíveis fósseis.

#### 7.3.1.3 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

É um gás incolor, muito solúvel na água. As fontes principais podem ser as naturais: atividade vulcânica e descargas elétricas na atmosfera, ou outras: queima de combustíveis fósseis nas indústrias e nos veículos a diesel.

#### 7.3.1.4 Partículas

As partículas podem ser: primárias (quando emitidas por fontes poluidoras) ou secundárias (quando se formam na atmosfera pela condensação de gases, ou como resultado de reações químicas entre outros poluentes).

### 7.3.2 Poluentes Secundários

Poluentes produzidos a partir dos poluentes primários, após reações que têm lugar entre os diferentes compostos presentes na atmosfera.

### 7.3.3 Poluentes atmosféricos e formas de atuação

Habitualmente considera-se que o controlo da poluição atmosférica implica a utilização de equipamentos de remoção de poluentes, mas existe um conjunto de outras medidas, como o pré-tratamento ou a substituição de matérias-primas e combustíveis e a adoção de tecnologias menos poluentes, que podem ser tomadas ao nível do processo com ganhos significativos para a qualidade do ar.

A identificação do tipo de impacte ambiental está relacionada com o processo de produção e o combustível utilizado.

Os níveis de emissão de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>) dependem diretamente do combustível utilizado, enquanto os Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>) dependem do ambiente da combustão.

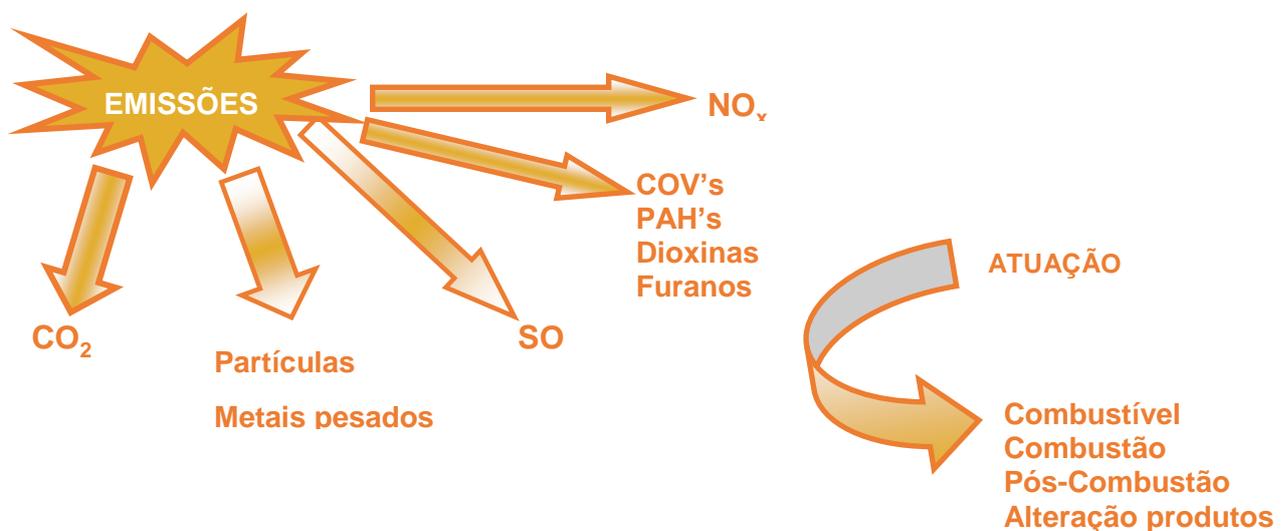


Figura 7.1 – Poluentes atmosféricos e formas de atuação

- **Óxidos de Enxofre**

A produção de SOx verifica-se durante a combustão, sendo que a prevenção da sua formação pode fazer-se utilizando combustíveis alternativos ou removendo o enxofre dos mesmos.

Durante o processo de combustão é possível adicionar um adsorvente (ex: cálcio, sendo poroso, promove a sulfatação) que possa controlar a emissão de SOx. Pode fazer-se também o controlo pós-combustão, utilizando tecnologias de limpeza dos gases (métodos secos e húmidos, com e sem regeneração).

- **Óxidos de Azoto**

Os Óxidos de Azoto (NOx) formam-se por combinação do N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> atmosférico, na zona de oxidação da chama a temperaturas acima de 1300°C e pela queima de combustíveis que contenham espécies orgânicas azotadas (no carvão – 0,5 a 2%).

É um poluente importante na combustão a temperaturas relativamente baixas, inferiores a 700°C.

Os fatores que influenciam a formação de NOx são as características do combustível, o sistema de combustão, o tamanho da instalação de combustão e pelas condições de operação.

A atuação na combustão é possível através sobretudo da otimização das condições de queima, da utilização de queimadores de baixo NOx e do tratamento do combustível (adição de produtos químicos).

A combustão de combustíveis fósseis e de biomassa, a temperaturas inferiores a 850°C, pode originar Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O). Tem a mesma origem que o NO-combustível, mas requer temperaturas de combustão baixas.

A recente atualização do regime legal de proteção e controlo da poluição atmosférica visou adequar os requisitos legais, tornando-os mais exequíveis, compatibilizando-os com os progressos técnicos e tecnológicos.

Para a realidade da indústria portuguesa, onde são encontrados alguns processos produtivos e equipamentos antigos, ou com funcionamento desatualizado, é de todo o interesse verificar que podem existir soluções viáveis que podem ser uma alternativa à compra de um equipamento totalmente novo.

A avaliação das instalações de combustão, ou outras com emissão de efluentes gasosos, e a melhoria das mesmas a nível energético ou de emissão de poluentes, deve ser objeto de muita atenção. As medidas de redução podem ser subdivididas em medidas primárias, com o objetivo de redução de formação dos poluentes, e em medidas secundárias ou técnicas de fim de linha, aplicadas quando as primeiras não são suficientes para a redução requerida dos poluentes.

Para otimizar a eficiência térmica destes equipamentos é necessário ter em atenção alguns parâmetros de afinação que além de permitirem valores de emissão mais baixos, permitem, muitas vezes, a poupança de combustível e podem inclusivamente melhorar a eficiência dos mesmos.

A relação existente entre excesso de ar, rendimento térmico e emissão de poluentes, normalmente não é otimizada, sendo este um fator preponderante no mau funcionamento das instalações de combustão. O “excesso” que providencia alguma margem de segurança traduz-se por vezes num gasto desnecessário de combustível. Logo, o objetivo da afinação é utilizar a quantidade mínima de excesso de ar que proporcione segurança e minimize o gasto de combustível.

Em alguns casos, a redução de formação dos poluentes durante a combustão através da melhor afinação possível, não significa, ainda assim, uma emissão para a atmosfera suficientemente baixa, de forma a respeitar os limites impostos pela legislação. Existem, para controlar essas emissões, sistemas de tratamento que permitem as reduções desejadas. Relativamente à instalação destes sistemas de tratamento, terão de ser avaliada caso a caso, mediante estudo do processo de combustão (capacidade, combustível, etc.), existindo no entanto diversos tipos de soluções adaptadas às diversas situações encontradas nos diversos setores industriais. Dado o elevado custo e complexidade destes sistemas, a sua seleção deve ser efetuada com cuidado, tendo por base a composição física e química do poluente em questão.

Tabela 7.2 – Alguns sistemas de tratamento de poluentes atmosféricos

<b>Equipamento</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Descrição</b>
Ciclones	Partículas de grandes dimensões	Remoção das partículas por gravidade após impacto contra as paredes do equipamento.
Electrofiltros	Partículas de pequenas dimensões e aerossóis	Remoção das partículas através da utilização de um campo elétrico que as carrega positiva ou negativamente.
Filtros de mangas	Partículas de pequenas dimensões	Filtração do efluente gasoso através de um conjunto de mangas filtrantes (algodão ou teflon).
Lavadores húmidos	CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , partículas e aerossóis	Remoção por impacto e absorção após passagem do efluente gasoso em contracorrente com um líquido (água ou outro).

## 7.4 Principais requisitos legais

O **Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de abril**, estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objetivos e instrumentos apropriados à garantia da proteção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações.

É estabelecido como regime geral de monitorização, a execução de duas medições pontuais em cada ano civil, com um intervalo mínimo de dois meses entre medições, para os quais esteja fixado um VLE devendo ser caracterizados os poluentes que possam estar presentes no efluente gasoso (Partículas, Óxidos de Azoto - NO<sub>x</sub>, Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>, Sulfureto de Hidrogénio – H<sub>2</sub>S, Compostos Orgânicos Voláteis – COV, Monóxido de Carbono – CO, outros.

Na **Portaria nº 80/2006, de 23 de janeiro** são fixados os limiares mássicos mínimos e os limiares mássicos máximos de poluentes atmosféricos, definidos nos termos dos artigos 4º, alíneas ii) e jj) do **Decreto-Lei 78/2004**:

Tabela 7.3 – Alguns sistemas de tratamento de poluentes atmosféricos

Poluentes	Valores Limite (kg/h)	
	Mínimo	Máximo
Partículas	<b>0,5</b>	<b>5</b>
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	<b>2</b>	<b>50</b>
Sulfuretos de Hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	0,05	1
Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> como NO <sub>2</sub> )	<b>2</b>	<b>30</b>
Monóxido de Carbono (CO)	<b>5</b>	<b>100</b>
Compostos de Flúor (HF)	<b>0,05</b>	<b>0,5</b>
Compostos de Cloro (HCl)	<b>0,3</b>	<b>3</b>
Metais I (Cd + Hg + Tl)	<b>0,001</b>	<b>Não fixado</b>
Metais II (As + Ni + Se + Te)	<b>0,005</b>	<b>Não fixado</b>
Metais III (Pt+ V + Pb + Cr +Cu+Sb+ Mn+Pd+Zn)	<b>0,025</b>	<b>Não fixado</b>

Em 2009 saiu nova legislação para os Valores Limite de Emissão, nomeadamente:

- **Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho** - Fixa os valores limite de emissão de aplicação geral (VLE gerais):

Tabela 7.4 – Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho

Poluente	Valor limite (mg/Nm <sup>3</sup> )
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	500
Óxido de azoto (NO <sub>x</sub> )	500 (expressos em NO <sub>2</sub> )
Partículas (PTS)	150
Compostos inorgânicos fluorados	5 (expresso em F <sup>-</sup> )
Compostos inorgânicos clorados	30 (expresso em Cl <sup>-</sup> )
Sulfureto de hidrogénio (H <sub>2</sub> S)	5
Composto orgânicos voláteis (COV)	200 (expresso em C)
Composto orgânicos voláteis não metânicos (COVNM)	110 (expresso em C)
Cloro (Cl <sub>2</sub> )	5
Br e compostos inorgânicos de Br	5 (expresso em HBr)
Metais I <sup>(1)</sup>	0,2
Metais II <sup>(2)</sup>	1
Metais III <sup>(3)</sup>	5

<sup>(1)</sup> Cádmio (Cd), mercúrio (Hg), tálio (Tl).

<sup>(2)</sup> Arsénio (As), níquel (Ni), selênio (Se), telúrio (Te).

<sup>(3)</sup> Platina (Pt), vanádio (V), chumbo (Pb), crómio (Cr), cobre (Cu), antimónio (Sb), estanho (Sn), manganésio (Mn), paládio (Pd), zinco (Zn).

Se os efluentes gasosos contiverem mais que um destes poluentes, o valor limite de emissão aplica-se ao somatório dos poluentes presentes.

- **Portaria n.º 677/2009, de 23 de Junho** - Fixa os valores limite de emissão (VLE) aplicáveis às instalações de combustão (caldeiras, fornos, estufas, etc.):

Tabela 7.5 – Portaria n.º 677/2009, de 23 de junho

## ANEXO I

## Valores limite de emissão para caldeiras

Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxido de azoto (NO<sub>x</sub>), partículas totais (PTS), monóxido de carbono (CO), sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S) expressos em mg/Nm<sup>3</sup>

Combustível	Teor de O <sub>2</sub> de referência (percentagem)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PTS	H <sub>2</sub> S
Sólido:	Geral	6	650	500	VLE geral <sup>(2)</sup>	VLE geral <sup>(2)</sup>
	Biomassa	11				
Líquido:	Geral	<sup>(4)</sup> 3	VLE geral <sup>(2)</sup>	500	VLE geral <sup>(2)</sup>	VLE geral <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
Gasoso:	Fuel gás da refinação do petróleo	3	300	500	50	VLE geral <sup>(2)</sup>
		8				50

<sup>(1)</sup> No caso de caldeiras com leito fluidizado o VLE é 600 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>(2)</sup> Definido na Portaria n.º 675/2009, de 23 de Junho (VLE gerais).

<sup>(3)</sup> No caso do sector da refinação do petróleo, o VLE é 30 mg/Nm<sup>3</sup>.

<sup>(4)</sup> Teor de oxigénio de 8% para caldeiras de instalações em exploração ou funcionamento à data da entrada em vigor da presente portaria.

A Portaria nº 263/2005, de 17 de março define a metodologia de cálculo da altura de uma chaminé.

A descarga de poluentes para a atmosfera é efetuada através de chaminés de altura adequada (não podem ter uma altura inferior a 10 m) para permitir uma boa dispersão dos poluentes e salvaguardar o ambiente e a saúde humana.

Não é permitida a colocação de «chapéus» ou de outros dispositivos similares que condicionem a boa dispersão dos poluentes atmosféricos no topo de qualquer chaminé associada a processos de combustão. Podem ser colocados dispositivos no topo de uma chaminé associada a outros processos desde que estes não diminuam a dispersão vertical ascendente dos gases.

O novo Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição, bem como as regras destinadas a evitar e ou reduzir as emissões para o ar, a água e o solo e a produção de resíduos.

Com o sexto programa comunitário de ação em matéria de ambiente, é perceptível que as diferentes abordagens no controlo das emissões para o ar, para a água e para os solos refletidas em diversos diplomas legais específicos poderia favorecer a transferência dos problemas de poluição entre os vários meios físicos, em vez de favorecer a proteção do ambiente no seu todo. E com isto, surgiu a necessidade de uma abordagem integrada do controlo das emissões, o que se tornou possível com a publicação da Diretiva n.º 2010/75/UE de 24 de Novembro de 2010, relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição), transposta agora pelo presente diploma, que agrega num único diploma legal os seguintes regimes:

- a) Prevenção e controlo integrado da poluição proveniente de certas atividades, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de agosto;
- b) Limitação das emissões para o ar de certos poluentes provenientes das grandes instalações de combustão, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 178/2003, de 5 de agosto;
- c) Incineração e coincineração de resíduos, constante do Decreto-Lei n.º 85/2005, de 28 de Abril;
- d) Limitação da emissão de compostos orgânicos voláteis resultantes da utilização de solventes orgânicos em certas atividades e instalações, constante do Decreto-Lei n.º 242/2001, de 31 de agosto;
- e) Estabelecimento das condições de licenciamento para a descarga, armazenagem, deposição ou injeção no solo de águas residuais ou de resíduos da indústria de dióxido de titânio, constante da Portaria n.º 1147/94, de 28 de Dezembro.

O regime previsto neste diploma é aplicável às atividades constantes na Parte 1 do Anexo VII (Disposições técnicas relativas às instalações e atividades que usam solventes orgânicos a que se refere o capítulo V) ao presente diploma, sempre que essas atividades operem acima dos limiares de consumo de solventes correspondentemente aplicáveis, constantes na Parte 2 do mesmo Anexo.

De acordo com a Parte 1 do Anexo VI (atividades, previstas no artigo 2.º), os estabelecimentos de curtumes incluem-se na atividade de revestimento, alínea e) Curtumes, que compreende qualquer atividade pela qual se aplique uma única ou várias películas contínuas de revestimento. Assim, e no âmbito da Parte 2 (Limiares e VLE previstos no artigo 98.º) do dito Anexo, o limiar de consumo estipulado para a atividade de referência aplicável às emissões são as 10 toneladas/ano de consumo de solventes.

Tabela 7.6 – Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto (Curtumes)

	Atividade — Limiar de consumo e solvente, expresso em toneladas/ano	Limiar (limiar de consumo de solvente, expresso em toneladas/ano)	VLE em gases residuais (mg C/m <sup>3</sup> N)	Valores de emissão difusa (percentagem de entradas de solventes)		Valores limite para a emissão total		Disposições Específicas
				Instalações Novas	Instalações Existentes	Instalações Novas	Instalações Existentes	
13	Revestimento de curtumes (> 10)	10-25 > 25 > 10 <sup>(1)</sup>				85 g/m <sup>2</sup> <sup>(2)</sup> 75 g/m <sup>2</sup> <sup>(2)</sup> 150 g/m <sup>2</sup> <sup>(2)</sup>	<sup>(1)</sup> Para atividades de revestimento de curtumes em mobiliário e determinados produtos de curtume utilizados como bens de pequeno consumo, tais como sacos, cintos ou carteiras. <sup>(2)</sup> Os VLE para a emissão total são expressos em gramas de solvente emitido por metro quadrado de produto produzido.	

As empresas abrangidas por esta legislação têm o dever de fornecer à entidade competente, até ao dia 30 de abril de cada ano, os dados relativos ao ano anterior que permitam verificar o cumprimento das seguintes condições, aplicáveis consoante os casos:

- VLE em efluentes gasosos e valores limite das emissões difusas ou valores limite para a emissão total;
- Plano de gestão de solventes;
- Relatórios de monitorização das emissões.

## 8. NOÇÕES DE QUALIDADE, GESTÃO AMBIENTAL E DE SEGURANÇA

Num mercado cada vez mais exigente as organizações sentem a necessidade de aumentar a sua competitividade através de uma gestão eficaz e da satisfação das diferentes partes interessadas (clientes, colaboradores, acionistas, fornecedores, entidades licenciadoras e meio envolvente).

A implementação e certificação de sistemas de gestão da qualidade, ambiental e da segurança são fortes aliados no aumento da competitividade das organizações. Devido aos múltiplos fatores que afetam a qualidade, segurança e ambiente, estes não devem ser encarados apenas sob o ponto de vista técnico mas sim também como parte integrante da gestão.

Mesmo que não avancem para a certificação dos sistemas, e sempre possível implementar algumas das metodologias e práticas preconizadas. A obtenção de resultados satisfatórios só é possível através de uma cultura assente na prevenção, que promova estes valores.

Encontram-se definidos modelos (normas), reconhecidos internacionalmente e devidamente testados, para a definição e implementação de sistemas de gestão. As **normas ISO 9001 – Qualidade, ISO 14001 – Ambiente, OHSAS 18001 – Segurança**, têm vindo a ser adotadas pelas mais variadas entidades, no sentido de promover uma melhor organização e gestão de cada uma destas áreas.

Uma vez que as normas de referência dos sistemas de gestão da qualidade se encontram mais difundidas, a adoção do sistema de gestão ambiental e/ou da segurança é, frequentemente, efetuada através da extensão a estas áreas do sistema da qualidade preexistente.

Por outro lado, a segurança e ambiente, tal como a qualidade, são áreas determinantes na competitividade das empresas, já que todas elas atuam sobre a eficiência dos processos.

### 8.1 Benefícios da implementação de metodologias nos sistemas de gestão segurança/ambiente/qualidade

A implementação de metodologias e de práticas nestas temáticas apresentam-se como fatores de melhoria de competitividade, trazendo vários benefícios para as empresas:

- Maior eficácia e eficiência interna com a conseqüente redução de custos;
- Melhoria da imagem e credibilidade da empresa;
- Melhoria da gestão e procura da melhoria contínua.

A tabela apresentada de seguida resume a forma como cada uma destas vertentes pode contribuir para melhorar a competitividade da empresa:

Tabela 8.1 – Vantagens dos Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança

Área	Maior eficácia e eficiência interna e consequente redução de custos	Melhoria da imagem e da credibilidade da empresa	Melhoria da gestão
Qualidade (NP EN ISO 9001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento de regras de trabalho, que promovem uma maior fluência nas atividades desenvolvidas;</li> <li>• Estabelecimento de melhores canais de comunicação;</li> <li>• Maior sensibilização para a qualidade;</li> <li>• Diminuição de produto com defeito e consequentemente menos desperdício de materiais e tempo em reparações;</li> <li>• Melhor resposta ao cliente.</li> </ul> <p><b>Melhores resultados com menor custo.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Cartão-de-visita” da empresa, em particular no caso de novos clientes;</li> <li>• Fator de diferenciação em relação a empresas não certificadas;</li> <li>• Resposta a clientes que exijam a certificação como fator preferencial, ou mesmo obrigatório, para o fornecimento de produtos;</li> <li>• Acesso a mercados em que a certificação é requisito obrigatório ou preferencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhor e maior disponibilidade de dados para a tomada de decisões;</li> <li>• Acompanhamento sistemático do desempenho das diferentes áreas;</li> <li>• Estabelecimento de metas a atingir para os diversos setores, avaliação de desvios e atuação atempada;</li> <li>• Definição de objetivos, permitindo direcionar toda a organização no mesmo caminho;</li> <li>• Cumprimento de requisitos legais.</li> </ul>
Segurança e Saúde (NP 4397 / OHSAS 18001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento de regras de trabalho e de meios de prevenção que minimizam os riscos de acidentes e de doenças profissionais, reduzindo assim o impacto que estes problemas acarretam (indenizações, perdas materiais, seguros, interrupções, diminuição da motivação);</li> <li>• Acompanhamento dos requisitos legais limitando o risco de coimas por incumprimento legal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria do desempenho ao nível da segurança e saúde, através da identificação e controlo dos riscos associados às suas atividades, traduzindo-se numa imagem positiva da empresa junto a clientes, trabalhadores e público em geral;</li> <li>• A certificação é o reconhecimento da adoção de boas práticas a nível da segurança e saúde no trabalho, contribuindo para a boa imagem da empresa.</li> </ul>	
Ambiente (NP EN ISO 14001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior racionalização de recursos (água, energia elétrica, materiais);</li> <li>• Redução de resíduos e respetivo custo de encaminhamento;</li> <li>• Diminuição de efluentes e do custo do seu tratamento / encaminhamento;</li> <li>• Acompanhamento dos requisitos legais limitando o risco de coimas por incumprimento legal;</li> <li>• Conhecimento atempado da legislação, permitindo adaptar-se à mesma de forma planeada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria do desempenho ambiental, através da identificação e controlo dos aspetos ambientais, minimizando eventuais impactes ambientais negativos, traduzindo-se numa imagem positiva junto de clientes e público em geral;</li> <li>• A certificação é o reconhecimento da adoção de boas práticas ambientais, reforçando a imagem positiva da empresa.</li> </ul>	

É importante identificar os elementos comuns aos vários sistemas, que devem ser trabalhados em conjunto e/ou utilizando as mesmas metodologias, permitindo racionalizar o esforço de definição e manutenção do sistema.

Ainda assim, os requisitos comuns apresentam variantes específicas consoante se trate da Qualidade, Ambiente ou Segurança e Saúde.

São requisitos comuns aos três sistemas de gestão:

- Definição de política;
- Responsabilidades e autoridade;
- Definição e planeamento dos objetivos;
- Sistema de documentação (manual, procedimentos, impressos e registos);
- Controlo dos registos e processos;
- Formação, sensibilização, autoridade e competências;
- Identificação de não conformidades e definição de ações corretivas e preventivas;
- Auditorias internas;
- Avaliação e medição;
- Revisão pela Gestão;
- Cumprimento dos requisitos legais.

Em termos de requisitos semelhantes, mas com tratamento diferenciado em cada área destacam-se:

- Gestão de fornecedores;
- Controlo de EMM's - Equipamentos de Monitorização e de Medição;
- Manutenção de equipamentos;

Como requisitos específicos de cada sistema, salientam-se os seguintes:

- Identificação de aspetos e avaliação de impactes ambientais (ISO 14001);
- Identificação de perigos e avaliação de riscos (OHSAS 18001);
- Prevenção e capacidade de resposta a emergências (ISO 14001 e OHSAS 18001);
- Incidentes e Acidentes (OHSAS 18001).

## **8.2 Elementos constituintes numa estrutura macro de um sistema de gestão integrado**

A partir desta análise é possível traçar a estrutura macro de um sistema de gestão integrado qualidade, ambiente e segurança, que será constituída pelos seguintes elementos:

### **8.2.1 Política**

Orientação geral da organização relativamente à qualidade, ambiente e segurança. Pode ser definida uma política integrada (englobando os elementos de todos os sistemas) ou políticas específicas para cada sistema.

Este documento deve ser adequado à natureza, à escala e aos riscos e impactes ambientais das suas atividades, produtos e serviços, incluir um compromisso de melhoria contínua, incluir um compromisso de cumprimento dos requisitos legais e outros que a organização subscreva, proporcionar o enquadramento para a definição e revisão dos objetivos e metas, estar documentada, implementada, mantida e ser comunicada a todos os colaboradores e estar disponível ao público.

### **8.2.2 Planeamento**

Estabelecimento de objetivos a atingir e respetivo programa de gestão. O programa de gestão consiste na definição de ações, medidas, responsáveis, prazos a cumprir e recursos associados às mesmas, que permitam a concretização dos objetivos estabelecidos.

### **8.2.3 Formação e sensibilização**

Garantir que os colaboradores têm a formação adequada para o desempenho da sua função, incluindo a necessária para ter uma atuação segura e que respeite o ambiente. Pretende-se ainda que cada colaborador esteja consciente da importância do cumprimento das regras estabelecidas, e do seu contributo para a concretização das políticas e objetivos da organização.

### **8.2.4 Implementação e funcionamento**

Estabelecimento de regras operacionais e atribuição de responsabilidades para a sua execução que permitam garantir que o funcionamento da organização é efetuado de forma controlada. Estas regras devem decorrer do cumprimento integral dos requisitos das normas e abranger a generalidade das atividades, produtos, instalações e serviços com influência na qualidade, ambiente e segurança.

Não obstante, a relevância de todos os procedimentos e documentos associados, considera-se de destaque a elaboração dos seguintes:

- ✓ Sistema documental: definir a estrutura, funcionamento, numeração, codificação e distribuição de todos os documentos utilizados na organização;
- ✓ Processos relacionados com o cliente: analisar a consulta, encomenda ou contrato, tendo em conta os requisitos solicitados;
- ✓ Processo operacional: estabelecer de forma inequívoca todas as fases do processo, sob condições controladas, definindo os parâmetros, metodologia e extensão de controlo, bem como os registos comprovativos da sua realização;
- ✓ Controlo dos EMM's - Equipamentos de Monitorização e de Medição: garantir a monitorização e medição dos equipamentos;

- ✓ Ações corretivas, preventivas e tratamento de não conformidades: assegurar a definição e implementação das ações corretivas e preventivas necessárias para resolver causas reais ou potenciais de não conformidades (internas e reclamações);
- ✓ Aprovisionamentos: controlar os processos de aprovisionamento, para assegurar que o produto/serviço adquirido está em conformidade com os requisitos, bem como identificar e implementar as atividades necessárias para verificação do respetivo produto/serviço;
- ✓ Registos: garantir a existência, por tempo determinado, de registos que demonstrem a eficácia do sistema integrado de gestão da qualidade, ambiente e segurança;
- ✓ Formação: identificar as necessidades de formação nos diversos setores da empresa, de forma a garantir o contínuo desenvolvimento das capacidades dos seus recursos humanos, fundamentalmente no que respeita à área da qualidade, ambiente e segurança, efetuando um plano de formação anual;
- ✓ Auditorias Internas: estabelecer a prática da realização de auditorias, no sentido de verificar e monitorizar o cumprimento das disposições estabelecidas nas normas e a respetiva eficácia de funcionamento do sistema;
- ✓ Identificação dos aspetos ambientais e avaliação de impactes ambientais: definir procedimentos para identificar os aspetos ambientais e avaliar os impactes ambientais significativos;
- ✓ Identificação de perigos, avaliação e controlo dos riscos associados: definir procedimentos para identificar os perigos, avaliar os riscos e implementar as medidas de controlo necessárias;
- ✓ Requisitos legais e outros requisitos: estabelecer procedimento para identificar e ter acesso à legislação e outros requisitos que sejam aplicáveis, assim como avaliar a conformidade dos mesmos;
- ✓ Prevenção e capacidade de resposta à emergência: identificar os potenciais acidentes e situações de emergência de forma a reduzir os impactes ambientais associados, assim como prevenir e minimizar as possíveis doenças.

### **8.2.5 Medição, análise e melhoria**

A organização deve recolher dados que permitam avaliar o desempenho do sistema e tomar medidas que fomentem a melhoria contínua. Os dados a recolher e tratar incluem, entre outros: informação sobre satisfação dos clientes (inquéritos por exemplo), problemas da qualidade (internos ou externos), acidentes de segurança e ambientais, resultados de auditorias internas e externas, resultados de monitorização (produto, ambiente de trabalho, emissões para o exterior).

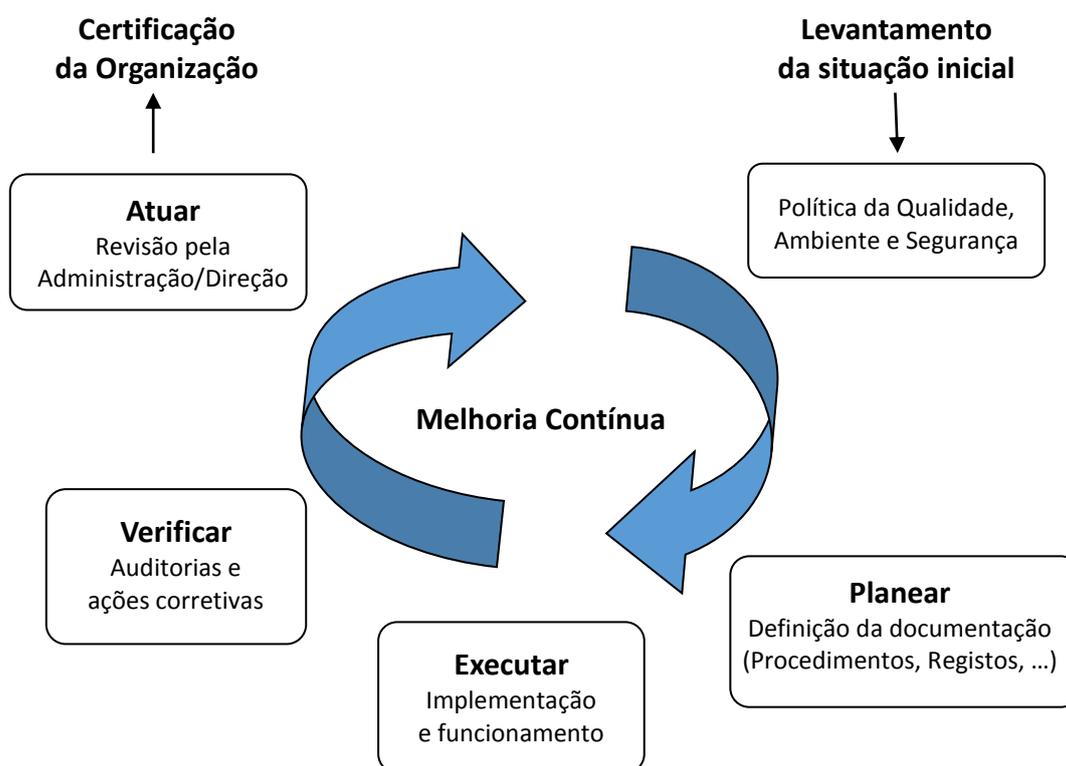


Figura 8.1 – Melhoria contínua

### 8.2.6 Revisão pela Gestão de Topo

A gestão de topo deve analisar o sistema de gestão integrado de modo a assegurar-se que este se mantém adequado e eficaz. Para tal são recolhidos dados suficientes sobre o desempenho dos diversos processos da organização (Ex: indicadores de gestão), nomeadamente quanto ao grau de cumprimento dos objetivos traçados.

A adoção da abordagem por processos contribui para a integração dos sistemas de gestão. A abordagem por processos tem como ponto de partida a análise das diversas atividades da empresa e suas interações, definindo métodos de trabalho e de controlo, de modo a minimizar os riscos inerentes a cada processo.

Para iniciar um processo deste tipo é recomendável procurar fazer um levantamento da situação inicial, com vista a avaliar as condições estruturais e organizacionais existentes. Deve-se começar por analisar o que a organização faz, como faz e com o quê (equipamentos, materiais, matérias-primas, energia, entre outros), identificando os requisitos legais e o seu cumprimento, os requisitos do produto e dos serviços, os aspetos ambientais, as questões de segurança, entre outros.

## 9. PRODUTOS QUÍMICOS

### 9.1 Prefácio

Os produtos químicos são usados praticamente em todos os sectores de atividade, representando, por conseguinte, determinados riscos químicos num grande número de locais de trabalho em todo o mundo.

Muitos milhares de produtos químicos são utilizados em quantidades substanciais e todos os anos novos produtos químicos são também introduzidos no mercado.

Um controlo eficaz dos riscos químicos no local de trabalho requer a existência de uma eficiente transmissão de informação, por parte dos fabricantes ou importadores, aos utilizadores de produtos químicos sobre os riscos potenciais e sobre as precauções de segurança a tomar. Este fluxo de informação deveria ser acompanhado de ações diárias, por parte dos empregadores, no sentido de garantirem a implementação das medidas necessárias para proteção dos trabalhadores e, conseqüentemente, do público e do ambiente.

### 9.2 Definições

**Artigo:** Um objeto criado segundo uma forma ou desenho específico durante o seu fabrico ou que se encontra na sua forma natural e cuja utilização sob essa forma depende totalmente ou em parte da sua forma ou desenho.

**Produtos Químicos:** Elementos e compostos químicos e respetivas misturas, quer sejam naturais ou sintéticos.

**Autoridade competente:** *Ministério*, departamento governamental ou outra autoridade pública com poder para emitir normas, ordens ou outras instruções com força de lei.

**Produtos químicos perigosos:** Incluem qualquer produto químico que tenha sido classificado como perigoso, de acordo com o Artigo 6.º da Convenção N.º 170, ou acerca do qual exista informação relevante indicativa de que o produto químico é perigoso.

**Utilização de produtos químicos no trabalho:** Qualquer atividade laboral que possa expor um trabalhador a um produto químico, incluindo:

- (a) a produção de produtos químicos;
- (b) o manuseamento de produtos químicos;
- (c) o armazenamento de produtos químicos;
- (d) o transporte de produtos químicos;
- (e) a eliminação ou tratamento de resíduos químicos;
- (f) a libertação de produtos químicos resultantes de atividades laborais;
- (g) a manutenção, reparação e limpeza de equipamentos e recipientes para produtos químicos.

**Atividade laboral:** Inclui todos os ramos da atividade económica que empreguem trabalhadores, incluindo a administração pública.

**Representantes dos trabalhadores:** Pessoas reconhecidas como tal pela lei ou prática nacional, de acordo com a Convenção (n.º 135), sobre os representantes dos trabalhadores, de 1971.

### **9.3 Obrigações, responsabilidades e deveres gerais**

#### **9.3.1 Responsabilidades gerais dos empregadores**

- 9.3.1.1 Os empregadores deverão definir por escrito a sua estratégia e os seus planos de ação relativos à segurança na utilização de produtos químicos, como parte das suas políticas e planos de ação gerais na área da segurança e saúde no trabalho, bem como as diferentes responsabilidades desempenhadas ao abrigo destes planos de ação, em conformidade com os objetivos e princípios da Convenção n.º 155 sobre Segurança e Saúde dos Trabalhadores, de 1981, e da Recomendação n.º 174, de 1981. Esta informação deverá ser transmitida aos trabalhadores numa linguagem simples e acessível que possa ser facilmente compreendida.
- 9.3.1.2 Os empregadores deverão garantir que todos os produtos químicos utilizados no trabalho foram rotulados ou marcados em conformidade com as disposições deste código e que foram fornecidas fichas de dados de segurança, relativamente a todos os produtos químicos perigosos utilizados no trabalho. Deverão também assegurar-se de que as fichas de dados de segurança disponibilizadas pelo fornecedor, ou informação similar relevante caso estas fichas de dados não tenham sido fornecidas, são colocadas à disposição dos trabalhadores e dos seus representantes.
- 9.3.1.3 Os empregadores que recebam produtos químicos
- a) que não tenham sido rotulados, ou marcados, ou
  - b) que não sejam acompanhados de fichas de dados de segurança
- 9.3.1.4 em conformidade com as disposições legais, não deverão utilizar os produtos químicos, até que a informação relevante seja obtida junto do fornecedor, ou de outras fontes razoavelmente disponíveis colocada à disposição dos trabalhadores e dos seus representantes. Sempre que tal seja praticável, deverão ser utilizados produtos químicos não perigosos ou de perigo reduzido.
- 9.3.1.5 Os empregadores deverão manter um registo dos produtos químicos utilizados no local de trabalho, sendo feito um cruzamento de dados com as fichas de dados de segurança adequadas. O registo deverá ser acessível a todos os trabalhadores que, no local de trabalho, possam ser afetados pela utilização de produtos químicos, bem como aos seus representantes.
- 9.3.1.6 Os empregadores deverão efetuar uma avaliação dos riscos resultantes da utilização de produtos químicos no trabalho, tendo em conta a informação fornecida pelo fornecedor ou, quando tal não for possível, obtida junto de

fontes razoavelmente disponíveis, e deverão proteger os trabalhadores através das medidas de prevenção apropriadas.

- 9.3.1.7 Os empregadores deverão tomar as medidas apropriadas para proteger os trabalhadores contra os riscos identificados na avaliação de riscos. Sempre que os riscos não possam ser eliminados ou adequadamente controlados, os empregadores deverão fornecer e manter equipamento de segurança na utilização de produtos químicos no trabalho proteção individual, incluindo vestuário apropriado, sem custos para o trabalhador, adotando medidas que garantam a sua utilização em, segurança.
- 9.3.1.8 Os empregadores deverão cumprir as normas, os códigos e os princípios orientadores formulados, aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente, no que concerne à segurança na utilização de produtos químicos.
- 9.3.1.9 Os empregadores deverão garantir uma adequada e competente supervisão do trabalho e das práticas de trabalho, bem como a aplicação e utilização das medidas de controlo definidas.
- 9.3.1.10 Os empregadores deverão definir planos de ação adequados para dar resposta a ocorrências e acidentes que envolvam produtos químicos, como por exemplo situações de exposição acidental, libertação inadvertida, incêndio ou explosão.

Os planos de ação deverão contemplar os riscos identificados e incluir, sempre que tal seja apropriado, o fornecimento de equipamento de combate a incêndios, alarmes de incêndio e medidas de impedimento de libertação. Sempre que os riscos identificados assim o determinem, os procedimentos de emergência deverão incluir evacuação do local de trabalho e da localidade.

- 9.3.1.11 Os empregadores deverão fornecer aos seus trabalhadores as informações, as instruções e a formação necessárias, apropriadas e periódicas, tendo em conta as funções e capacidades e competências das diferentes categorias de trabalhadores e, se for possível, aos representantes dos trabalhadores.
- 9.3.1.12 Quando o empregador for uma empresa nacional ou multinacional com mais de uma localização, deverá diligenciar medidas de segurança e saúde relativas à prevenção e ao controlo e à proteção contra riscos causados por produtos químicos perigosos, a todos os trabalhadores que possam ser afetados, sem discriminação, independentemente do local ou país em que se encontram.
- 9.3.1.13 As empresas multinacionais com mais de uma localização, deverão disponibilizar, em todos os países em que exercem atividade,
  - a) aos trabalhadores em causa;
  - b) aos representantes dos trabalhadores;
  - c) à autoridade competente;

d) às organizações de empregadores e trabalhadores;

9.3.1.14 Informação sobre os planos de prevenção de riscos e procedimentos relativos à utilização de produtos químicos perigosos relevantes para as suas operações locais e que são observados noutros países.

### **9.3.2 Deveres gerais dos trabalhadores**

9.3.2.1 Os trabalhadores devem tomar todas as medidas necessárias no sentido de eliminarem ou minimizarem o risco de utilização de produtos químicos no trabalho, para si mesmos e para outros.

9.3.2.2 Os trabalhadores deverão ter cuidados com a sua própria saúde e segurança e com a saúde e segurança de outras pessoas que possam ser afetadas pelos seus atos ou omissões no trabalho, na medida do possível e em conformidade com a sua formação e com as instruções fornecidas pelo empregador.

9.3.2.3 Os trabalhadores deverão fazer uma utilização adequada de todos os dispositivos existentes para sua própria proteção ou para proteção de terceiros.

9.3.2.4 Os trabalhadores deverão comunicar imediatamente ao seu responsável ou quem o substitua qualquer situação que avaliem como poder constituir um risco e que não consigam resolver sozinhos de forma adequada.

### **9.3.3 Responsabilidades gerais dos fornecedores**

9.3.3.1 Os fornecedores de produtos químicos, quer sejam fabricantes, importadores ou distribuidores, devem assegurar-se de que:

- a) os produtos químicos foram classificados e as suas propriedades avaliadas;
- b) os produtos químicos são marcados;
- c) os produtos químicos perigosos são rotulados;
- d) as fichas de dados de segurança para produtos químicos perigosos são elaboradas e fornecidas aos empregadores;

9.3.3.2 em conformidade com os princípios orientadores legais e em cumprimento dos requisitos da Convenção n.º 170 e da Recomendação n.º 177 da OIT.

9.3.3.3 Os fornecedores devem garantir que todos os produtos químicos são marcados, para indicação da respetiva identificação. A marcação deverá ser facilmente compreendida, tanto no local de origem como no destino.

9.3.3.4 Os fornecedores deverão identificar e avaliar as propriedades de todos os produtos químicos, incluindo os componentes de misturas não classificados pela autoridade competente, ou por um órgão aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, para determinar se os produtos químicos são perigosos.

A avaliação deverá ter por base a informação disponível.

9.3.3.5 Os fornecedores deverão assegurar-se de que todos os produtos químicos que fornecem são classificados em conformidade com sistemas e critérios aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente relevante ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente relevante, ou que as suas propriedades são avaliadas (avaliação dos perigos químicos).

As autoridades competentes relevantes incluem as autoridades responsáveis pela classificação e rotulagem nos locais de origem e destino dos produtos químicos perigosos.

9.3.3.6 Os fornecedores deverão assegurar-se de que todos os produtos químicos perigosos são rotulados da forma exigida pelas autoridades competentes relevantes ou por um organismo aprovado ou reconhecido pelas autoridades competentes relevantes.

9.3.3.7 Os fornecedores de produtos químicos perigosos deverão assegurar-se de que os rótulos e fichas de dados de segurança revistos são preparados e fornecidos aos empregadores, utilizando um método em conformidade com a lei e prática nacional, sempre que surja nova informação relevante sobre segurança e saúde.

#### **9.3.4 Direitos dos trabalhadores**

9.3.4.1 Os trabalhadores e os seus representantes também devem ter direito:

- a) à informação acerca da identificação de produtos químicos utilizados no trabalho, das propriedades perigosas desses produtos químicos e das medidas de precaução;
- b) à informação incluída em rótulos e marcações;
- c) a fichas de dados de segurança;
- d) a qualquer outra informação que deva existir, conforme especificado neste código;
- e) por meios e em línguas que compreendam facilmente.

9.3.4.2 Os trabalhadores deverão receber:

- a) informação relativa à classificação e rotulagem dos produtos químicos e acerca das fichas de dados de segurança, por meios e em linguagem acessível, que compreendam facilmente;
- b) informação sobre os riscos que possam advir da utilização de produtos químicos perigosos no decurso do seu trabalho;
- c) instruções, escritas ou orais, com base numa ficha de dados de segurança e específicas para o local de trabalho, se aplicável;
- d) formação e, quando necessário, formação adicional sobre métodos disponíveis para a prevenção e controlo desses riscos, proteção contra tais riscos, incluindo métodos corretos de armazenagem, de transporte e de

disposição final de resíduos, bem como sobre medidas de emergência e primeiros socorros.

- 9.3.4.3 Os trabalhadores e os seus representantes deverão ter o direito de tomar as precauções adequadas, em colaboração com o seu empregador, no sentido de proteger os trabalhadores contra riscos resultantes da utilização de produtos químicos no trabalho.
- 9.3.4.4 Os trabalhadores e os seus representantes têm o direito de solicitar e participar em investigações acerca de possíveis riscos resultantes da utilização de produtos químicos no trabalho, conduzidas pelo empregador ou pela autoridade competente, o que deverá incluir a avaliação de riscos decorrentes da utilização de produtos químicos no trabalho e investigações de acidentes e ocorrências perigosas.
- 9.3.4.5 Os trabalhadores deverão ter o direito a:
- chamar a atenção dos seus representantes, do empregador ou da autoridade competente para potenciais perigos decorrentes da utilização de produtos químicos no trabalho;
  - afastarem-se de situações de perigo resultantes da utilização de produtos químicos, se tiverem uma justificação razoável para acreditar na existência de um risco iminente e grave para a sua segurança ou saúde, devendo informar imediatamente o seu supervisor;
  - em caso de problemas de saúde, tais como a reação de sensibilização química que aumente o risco de danos causados por um produto químico perigoso, a trabalho alternativo que não implique a utilização desse produto químico, caso esse trabalho esteja disponível e caso os trabalhadores em causa tenham habilitações para desempenhar esse trabalho alternativo ou possam receber formação para tal;
  - indemnização, no caso de a situação mencionada em (c) ter como resultado a perda de emprego;
  - tratamento médico adequado e a indemnização, em caso de ferimentos e doenças decorrentes da utilização de produtos químicos no trabalho;
  - não utilizar um produto químico rotulado como perigoso, no caso de a informação relevante não estar disponível sob a forma de uma ficha de dados de segurança obtida pelo empregador.
- 9.3.4.6 Os trabalhadores deverão afastar-se do perigo, em conformidade com as disposições do parágrafo 9.3.4.5 (b) (afastamento do perigo), ou que exerçam qualquer um dos direitos ao abrigo deste código deverão ser protegidos contra consequências indevidas.
- 9.3.4.7 As trabalhadoras deverão ter o direito, em caso de gravidez ou amamentação, a trabalho alternativo que não implique o manuseamento ou a exposição a produtos químicos perigosos para a saúde do feto ou da criança, sempre que esse trabalho esteja disponível, bem como o direito a regressar às suas funções anteriores na altura apropriada.

## **9.4 Rotulagem e marcação**

### **9.4.1 Âmbito**

- 9.4.1.1 Os fornecedores de produtos químicos deverão assegurar-se da marcação dos produtos químicos e da rotulagem dos produtos químicos perigosos, bem como da preparação de rótulos revistos e respetivo fornecimento aos empregadores, sempre que seja disponibilizada nova informação relevante acerca da segurança e saúde.
- 9.4.1.2 Os empregadores que recebam produtos químicos não rotulados ou não marcados não deverão utilizá-los antes de obterem a informação relevante junto do fornecedor ou de outras fontes idóneas. A informação deverá ser primordialmente obtida junto do fornecedor, mas poderá ser obtida junto de outras fontes, no sentido de se proceder à marcação e rotulagem, em conformidade com os requisitos da autoridade competente nacional, antes da utilização.

### **9.4.2 Natureza e tipo de marcação**

- 9.4.2.1 Todos os produtos químicos devem ser marcados de forma a indicar a sua identificação.
- 9.4.2.2 A marca escolhida deverá permitir aos utilizadores estabelecer a distinção entre produtos químicos durante a receção, manuseamento e utilização. A marcação poderá ser feita através da identidade química, do nome comum, do nome comercial, do nome ou número de código ou através de outro nome, desde que a identidade definida desta forma seja única e, no caso de um produto químico perigoso, seja idêntica à utilizada no rótulo e na ficha de dados de segurança.
- Recomenda-se a indicação do nome do fornecedor no recipiente ou embalagem utilizada para transporte.
- 9.4.2.3 Os resíduos químicos deverão ser marcados como tal.
- 9.4.2.4 A marcação de produtos químicos poderá ser impraticável devido às dimensões do recipiente ou à natureza da embalagem. Contudo, os produtos químicos deverão ser facilmente identificáveis através de etiquetas ou de documentos anexos.
- 9.4.2.5 Todos os recipientes ou camadas de embalagem deverão ser marcados. Os detalhes deverão estar sempre visíveis no recipiente ou embalagem durante todas as fases de fornecimento e utilização dos produtos químicos.

### **9.4.3 Natureza e tipo de rotulagem**

- 9.4.3.1 Os produtos químicos devem ser rotulados em conformidade com a lei e as práticas nacionais, fornecendo informação essencial e a identificação dos produtos químicos, de uma forma que seja, facilmente compreendida pelos trabalhadores, que os irão utilizar (consultar o parágrafo 4.3.6 relativamente ao transporte de produtos químicos sempre que a informação no recipiente ou embalagem possa ser diferente).

9.4.3.2 O objetivo do rótulo consiste em fornecer informação essencial sobre:

- a) a classificação do produto químico;
- b) os seus perigos;
- c) as precauções a ter.

A informação deverá indicar os riscos de efeitos agudos e crónicos da exposição.

9.4.3.3 Os requisitos de rotulagem, que estarão em conformidade com os requisitos nacionais, deverão abranger:

- a) a informação a fornecer no rótulo, deve incluir:
  - i) nomes comerciais;
  - ii) identificação do produto químico;
  - iii) nome, morada e número de telefone do fornecedor;
  - iv) símbolos de perigo;
  - v) natureza dos riscos especiais associados ao uso do produto químico;
  - vi) precauções de segurança;
  - vii) identificação do lote;
  - viii) uma declaração de que uma ficha de dados de segurança com informação adicional poderá ser disponibilizada pelo empregador;
  - ix) a classificação atribuída ao abrigo do sistema definido pela autoridade competente;
- b) a legibilidade, durabilidade e dimensão do rótulo;
- c) a uniformização de rótulos e símbolos, incluindo as cores.

9.4.3.4 As concentrações de soluções, os isómeros individuais e os componentes de destilados de petróleo e de produtos químicos reativos, deverão ser indicados sempre que relevante para as propriedades características do produto químico.

9.4.3.5 No caso das misturas, deverá ser indicada a presença de qualquer componente que se pense poder contribuir de forma significativa para as propriedades características de uma mistura, ou que esteja acima do limite de concentração aprovado ou reconhecido pela autoridade competente.

9.4.3.6 No caso dos transportes, deverão ser fornecidas informações similares, em conformidade com os requisitos nacionais e tendo em conta as *Recomendações das Nações Unidas sobre o transporte de mercadorias perigosas*.

A informação fornecida deverá servir não só para informar o transportador dos produtos químicos, mas também para informar de forma rápida e acessível os serviços de emergência na eventualidade de ocorrer uma emergência, informação que também seria útil ao público numa situação dessa natureza.

9.4.3.7 No que concerne aos resíduos, sempre que não seja praticável proceder a uma rotulagem completa, o rótulo deverá indicar o número de telefone de alguém que possa prestar aconselhamento adicional acerca da composição provável do resíduo e dos seus riscos potenciais.

9.4.3.8 Os componentes perigosos do resíduo deverão também ser indicados sempre que sejam conhecidos, na medida do possível, e sempre que contribuam para as propriedades características do resíduo ou estejam acima do limite de concentração aprovado ou reconhecido pela autoridade competente.

Os casos seguintes são exemplos em que a indicação de componentes perigosos é praticável:

- a) o material foi previamente rotulado e não foi substancialmente alterado antes de ser considerado resíduo;
- b) a informação foi obtida com base em testes efetuados;
- c) a informação resulta de experiências passadas.

9.4.3.9 O recipiente ou embalagem deverá ser rotulado de forma adequada.

9.4.3.10 A rotulagem de produtos químicos perigosos pode ser impraticável devido às dimensões do recipiente ou à natureza da embalagem.

Contudo, deverá incluir a informação indicada no parágrafo 9.4.3.2 (objetivo do rótulo) através de etiquetas ou de documentos anexos.

Nestas circunstâncias, todos os recipientes de produtos químicos perigosos deverão indicar, pelo menos, os perigos representados pelo conteúdo através de palavras e símbolos apropriados.

9.4.3.11 Todos os recipientes ou camadas de embalagem deverão ser rotulados. Os detalhes deverão estar sempre visíveis no recipiente ou embalagem, durante todas as fases de fornecimento e utilização de produtos químicos.

9.4.3.12 Classificação de Perigosidade

A classificação de perigosidade de um produto é feita de acordo com as **categorias de perigosidade definidas** no Regulamento (CE) N.º 1272/2008 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 16 de Dezembro de 2008 e no Decreto-Lei n.º 63/2008, de 2 de Abril (alterado pelo DL n.º 155/2013).

Os produtos químicos dividem-se em várias categorias de perigosidade, apresentadas seguidamente.

Tabela 9.1 – Classificação de Perigosidade

Perigosidade		Descrição
Explosivas		Podem reagir violentamente e com rápida libertação de gases mesmo sem a intervenção do oxigénio do ar.

Comburentes		Em contacto com outras substâncias, especialmente com substâncias inflamáveis, apresentam uma reação fortemente exotérmica.
Extremamente inflamáveis		Têm ponto de inflamação extremamente baixo e cujo ponto de ebulição é baixo, ou que à temperatura e pressão normais, são inflamáveis ao ar.
Facilmente Inflamáveis		Expostos ao ar, sob o efeito de uma temperatura normal e sem fornecimento de energia, podem aquecer até se inflamar;
Inflamáveis		Os que, no estado líquido, têm um ponto de inflamação baixo.
Muito tóxicas		Por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem ocasionar riscos graves agudos ou crónicos, ou mesmo a morte.
Tóxicas		Por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem ocasionar riscos graves agudos ou crónicos, ou mesmo a morte.
Nocivas		Por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem ocasionar a morte ou riscos de afeções agudas ou crónicas.
Corrosivas		Em contacto com os tecidos vivos, podem exercer sobre eles uma ação destrutiva.
Irritantes		Por contacto imediato, prolongado ou repetido com a pele ou mucosa, podem provocar uma reação inflamatória.
Cancerígenas		Substâncias que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem originar cancro, ou aumentar a sua frequência;
Mutagénicas		Substâncias que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem induzir alterações no material genético quer nos tecidos somáticos quer nos tecidos germinais.
Tóxicas para a reprodução		Substâncias que, por inalação, ingestão ou por via cutânea, podem produzir ou induzir, desvios funcionais ou anomalias não hereditárias no desenvolvimento de embriões, fetos ou animais;
Perigosas para o ambiente		Substâncias que, presentes no ambiente, representam ou podem representar um risco imediato ou diferido para o ambiente.

Estamos em período de transição nesta matéria.

Os **novos pictogramas contornados a vermelho** (Figura na página seguinte) substituem progressivamente os familiares símbolos de perigo cor de laranja.

As frases de risco e segurança, passarão a designar-se por advertências de perigo e recomendações de prudência, respetivamente.



Figura 9.1 – Novos pictogramas de Classificação de Perigosidade

#### 9.4.4 Transferência de produtos químicos

9.4.4.1 Os empregadores deverão assegurar-se que, quando da trasfega dos produtos químicos para outros recipientes ou equipamentos, o seu conteúdo deverá estar indicado de forma que permita aos trabalhadores conhecer a sua identificação, eventuais perigos associados à sua utilização e eventuais precauções de segurança a observar.

9.4.4.2 Sempre que produtos químicos sejam transferidos para outros recipientes ou equipamentos para utilização nas instalações de um empregador, os novos recipientes ou equipamentos, deverão ter marcas de identificação, como a seguir se indica em (a). Caso os referidos produtos químicos sejam perigosos, deverão ser rotulados ou deverá ser dada aos trabalhadores informação específica que lhes permita identificar:

- a) os produtos químicos, por exemplo através do número ou código de referência ou através de um nome normalmente utilizado e que seja do conhecimento de todos os trabalhadores no local de trabalho;
- b) eventuais perigos associados, por exemplo através de palavras ou símbolos apropriados;
- c) as precauções de segurança a observar.

9.4.4.3 No caso de algumas atividades laborais, as instalações e equipamentos (por exemplo, vasos de reação ou colunas de destilação) podem processar ou ocupar-se de vários produtos químicos diferentes.

Sempre que não seja possível proceder à marcação e rotulagem de instalações e equipamentos individuais, devido à alteração de circunstâncias, os trabalhadores deverão receber informação e instruções relativas à identidade dos produtos químicos, aos perigos associados à sua utilização e às precauções de segurança a observar. Os trabalhadores também deverão receber formação nesta área.

## 9.5 Fichas de dados de segurança

### 9.5.1 Âmbito

- 9.5.1.1 A autoridade competente, ou um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, deverá definir critérios para a elaboração de fichas de dados de segurança para produtos químicos perigosos, que deverão incluir a informação essencial (consultar a secção 9.5.3 (Conteúdo)). Podem ser seguidos os critérios existentes para a elaboração de fichas de dados de segurança de produtos químicos (também designadas “fichas de dados de segurança de materiais” ou “fichas de dados de segurança” em alguns países) definidos por outras autoridades competentes ou instituições internacionalmente reconhecidas, caso estejam em conformidade com as disposições deste parágrafo. Esta prática é encorajada sempre que possa promover uma abordagem uniforme.
- 9.5.1.2 Os fornecedores deverão assegurar-se de que as fichas de dados de segurança para produtos químicos perigosos, bem como eventuais revisões das mesmas, são elaboradas e fornecidas aos empregadores (consultar o ponto 9.3.3.6 (disponibilidade de fichas de dados)).
- 9.5.1.3 Os trabalhadores e os seus representantes deverão ter o direito de acesso a fichas de dados de segurança e a receber informação a elas relativa sob formas e em línguas que compreendam facilmente. Parte da informação que deve constar das fichas de dados de segurança poderá destinar-se a especialistas, pelo que pode ser necessário que o empregador disponibilize esclarecimentos adicionais.

### 9.5.2 Fornecimento de informação

- 9.5.2.1 O fornecedor deverá providenciar aos empregadores informação essencial acerca de produtos químicos perigosos, sob a forma de uma ficha de dados de segurança.
- A informação deverá ser transmitida na língua oficial do país em que o empregador exerce a sua atividade ou numa outra língua, desde que o empregador tenha expresso a sua concordância por escrito.
- 9.5.2.2 Com base na informação incluída na ficha de dados de segurança, os empregadores deverão verificar se alguma lei, norma ou prática nacional é aplicável ao produto químico fornecido e assegurar-se do seu cumprimento. Os empregadores deverão acrescentar à informação providenciada pelo fornecedor outras informações relevantes para a empresa.
- 9.5.2.3 Os empregadores não deverão utilizar qualquer produto químico antes de obterem a adequada informação referida no parágrafo 9.5.3.2 (informação incluída nas fichas de dados) e de transmitirem essa informação aos trabalhadores, de uma forma e numa linguagem simples e adequada, que estes possam compreender facilmente.

A transmissão oral da informação poderá ser apropriada em casos simples, mas frequentemente será necessária formação específica adicional, apoiada por instruções escritas acerca dos métodos de trabalho, das medidas de precaução e dos procedimentos em caso de emergência.

9.5.2.4 Os empregadores deverão disponibilizar as fichas de dados de segurança dos produtos químicos perigosos aos trabalhadores e seus representantes.

### 9.5.3 Conteúdo

9.5.3.1 As fichas de dados de segurança de produtos químicos perigosos deverão conter informação relativa à identificação do produto químico, ao seu fornecedor, à classificação, aos perigos, às precauções de segurança e aos procedimentos de emergência relevantes.

9.5.3.2 A informação a incluir nas fichas deverá ser a definida pela autoridade competente da área em que se situam as instalações do empregador ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela referida autoridade competente. Indicar-se-ão em seguida os detalhes do tipo de informação que deverá ser exigida.

a) Identificação do produto químico e da empresa

O nome deverá ser o mesmo do utilizado no rótulo do produto químico perigoso, que poderá ser o nome químico convencional, ou um nome comercial normalmente utilizado, podendo ser utilizados nomes adicionais que contribuam para a identificação. Deverão ser incluídos na ficha o nome completo, a morada e o número de telefone do fornecedor.

Deverá também ser indicado um número de telefone para contacto em caso de emergência, que poderá ser o da própria empresa ou de um organismo consultivo reconhecido, desde que possam ser contactados a qualquer hora.

b) Informação acerca dos ingredientes (composição)

A informação deverá permitir aos empregadores identificar de forma clara os riscos associados a um produto químico específico, para que possam efetuar uma avaliação dos riscos. Por norma, deverão ser indicados todos os detalhes da composição, mas tal poderá não ser necessário se os riscos puderem ser corretamente avaliados. A informação que se segue deverá ser fornecida, a não ser que o nome ou concentração de um ingrediente de uma mistura seja confidencial.

- i) uma descrição dos componentes principais, incluindo a sua natureza química;
- ii) a identificação e as concentrações de componentes perigosos para a segurança e para a saúde;
- iii) a identificação e a concentração máxima de componentes que atinjam ou que ultrapassem a concentração que os classifica como perigosos para a segurança e para a saúde, em listas aprovadas ou reconhecidas

pela autoridade competente ou que em concentrações mais elevadas são proibidas pela autoridade competente.

c) Identificação de perigos

Os riscos mais importantes, incluindo os perigos mais significativos para a saúde, físicos e ambientais, deverão ser indicados, de forma clara e breve, com uma referência geral de emergência, devendo esta informação ser compatível com a indicada no rótulo.

d) Medidas de primeiros socorros

As medidas de primeiros socorros e de autoajuda deverão ser cuidadosamente explicadas. Deverão ser descritas as situações que requerem a prestação imediata de cuidados médicos, com indicação das medidas necessárias.

Deverá ser realçada a necessidade de tomar providências especiais para tratamento específico e imediato, sempre que tal seja apropriado.

e) Medidas de combate a incêndios

Deverão ser incluídos os requisitos para combate a incêndios em que estejam implicados produtos químicos, como por exemplo:

- i) agentes de extinção adequados;
- ii) agentes de extinção que não devem ser utilizados por razões de segurança;
- iii) equipamento especial de proteção para bombeiros.

Também deverá ser fornecida informação acerca das propriedades do produto químico em caso de incêndio e acerca de perigos especiais em caso de exposição resultante de produtos de combustão, bem como, acerca das precauções a tomar.

f) Medidas em caso de libertação accidental

Deverá ser fornecida informação acerca dos procedimentos na eventualidade de uma libertação accidental do produto químico. Esta informação deverá incluir:

- i) medidas a adotar em matérias de saúde e de segurança: afastamento de fontes de ignição, existência de ventilação suficiente, bem como manter disponível equipamento de proteção individual adequado;
- ii) precauções ambientais: manter-se afastado de canalizações, necessidade de alertar os serviços de emergência e a eventual necessidade de alertar a vizinhança, em caso de um risco iminente;
- iii) métodos de segurança e limpeza: utilização de materiais absorventes adequados, evitando a produção de gases/fumos pela água ou outro diluente, utilização de agentes neutralizantes adequados;

iv) avisos: esclarecimento acerca de ações perigosas razoavelmente previsíveis.

g) Manuseamento e armazenamento

Deverá ser fornecida informação acerca das condições recomendadas pelo fornecedor para um armazenamento e um manuseamento seguros, incluindo:

- i) projeto e localização das salas ou vasos de armazenamento;
- ii) separação entre locais de trabalho e edifícios ocupados;
- iii) materiais incompatíveis;
- iv) condições de armazenamento, como por exemplo, humidade, necessidade de evitar a luz solar;
- v) importância de evitar fontes de ignição, incluindo providências específicas para evitar a acumulação de eletricidade estática;
- vi) existência de ventilação local e geral;
- vii) métodos de trabalho recomendados e a evitar.

h) Controlos de exposição e proteção individual

Deverá ser fornecida informação sobre a necessidade do uso de equipamento de proteção individual durante a utilização de um produto químico, e do tipo de equipamento que garante proteção adequada.

Sempre que possível, deverá recordar-se que a prevenção (os controlos primários) deverão ser assegurados em fase de projeto, com a instalação dos equipamentos de proteção apropriados e por outras medidas de engenharia, devendo, também, ser fornecida informação acerca de práticas úteis para minimizar a exposição dos trabalhadores. Deverão ser indicados os parâmetros de controlo específicos, tais como os limites de exposição ou as normas biológicas, juntamente com os procedimentos de monitorização.

i) Propriedades físicas e químicas

Deverá ser dada uma breve descrição da aparência, da cor e do odor do produto químico, quer seja um sólido, um líquido ou um gás. Deverão ser indicadas determinadas características e propriedades, quando conhecidas, especificando a natureza do teste utilizado para as determinar em cada caso. Os testes utilizados deverão estar em conformidade com as leis e critérios nacionais aplicados no local de trabalho do empregador e, na ausência de leis e critérios nacionais, deverão ser utilizados como orientação os critérios de testagem do país exportador. A quantidade de informação fornecida deverá ser adequada à utilização do produto químico.

Entre os exemplos de outros dados úteis incluem-se os seguintes:

- viscosidade
- ponto de congelamento/escala de congelamento;
- ponto de ebulição/escala de ebulição;

- ponto de fusão/escala de fusão;
- ponto de inflamação;
- temperatura de autoignição;
- propriedades explosivas;
- propriedades oxidantes;
- pressão de vapor;
- peso molecular;
- gravidade específica ou densidade;
- pH;
- solubilidade;
- coeficiente de partição (*n*-octano/água);
- parâmetros tais como densidade de vapor, miscibilidade, taxa de evaporação e condutibilidade.

j) Estabilidade e reatividade

A possibilidade de reações perigosas sob determinadas condições deverá ser expressa. Deverão ser indicadas as condições a evitar, tais como:

- i) condições físicas, como por exemplo a temperatura, a pressão, a luz, o choque, o contacto com humidade ou com o ar;
- ii) proximidade de outros produtos químicos, como por exemplo ácidos, bases, agentes oxidantes ou qualquer outra substância específica que possam provocar uma reação perigosa. Sempre que haja libertação de produtos de decomposição perigosos, deverão ser especificados, juntamente com as precauções necessárias.

k) Informação toxicológica

Esta secção deverá fornecer informação acerca dos efeitos no corpo e acerca das potenciais vias de entrada no corpo. Deverá ser feita referência aos efeitos agudos, tanto imediatos como retardados, e aos efeitos crónicos da exposição, quer esta seja de curta ou de longa duração.

Deverá igualmente referenciar-se os perigos para a saúde resultantes de uma possível reação com outros produtos químicos, incluindo, interações conhecidas como, por exemplo, as que resultam da utilização de medicamentos, tabaco e álcool.

l) Informação ecológica

Deverão ser descritas as características mais importantes que provavelmente exercerão efeitos sobre o ambiente. A informação pormenorizada exigida dependerá das leis e práticas nacionais aplicáveis no local de trabalho do empregador.

A informação que deverá normalmente ser fornecida, quando apropriado, inclui as potenciais vias para libertação do produto químico que são motivo de cuidado, a sua persistência, o grau de degradabilidade, o seu potencial cumulativo e a sua toxicidade aquática, bem como outros dados relacionados com a ecotoxicidade, como por exemplo os efeitos no tratamento de águas.

m) Disposições sobre a sua eliminação

Deverão ser indicados métodos seguros de eliminação do produto químico e de embalagens contaminadas que possam conter resíduos de produtos químicos perigosos. Os empregadores deverão ser lembrados da possibilidade de existência de leis e práticas nacionais sobre esta matéria.

n) Informação sobre transportes

Deverá ser fornecida informação acerca de precauções especiais que os empregadores devem conhecer ou ter durante o transporte do produto químico, dentro ou fora das suas instalações. Poderá também incluir-se a informação relevante fornecida pelas *Recomendações das Nações Unidas acerca do transporte de mercadorias perigosas*, ou por outros acordos internacionais.

o) Informação regulamentar

Nesta secção deverá ser dada informação necessária à rotulagem e marcação do produto químico. Deverá ser feita referência a regulamentos ou práticas nacionais específicas, aplicáveis ao utilizador e chamada a atenção aos empregadores para a necessidade de cumprimento dos requisitos das leis e práticas nacionais.

p) Outras informações

Deverão incluir-se outras informações que possam ser importantes para a saúde e segurança dos trabalhadores. A título de exemplo, refiram-se a orientação de formação, as utilizações e restrições recomendadas, as referências e fontes de dados fundamentais para elaboração da ficha de dados de segurança, o ponto de contacto para apoio técnico e a data de emissão da ficha.

#### **9.5.4 Medidas de controlo de produtos químicos perigosos para a saúde**

9.5.4.1 Os trabalhadores deverão ser protegidos contra o risco de lesão ou doença causadas por produtos químicos perigosos para a saúde. Os trabalhadores não deverão ser expostos a produtos químicos perigosos para a saúde, especialmente se essa exposição ultrapassar os limites de exposição ou outros critérios de exposição para a avaliação e controlo do ambiente de trabalho definidos pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais.

9.5.4.2 As medidas de prevenção a adotar, com vista à proteção aos trabalhadores poderão ser uma combinação de quaisquer das medidas que a seguir se indicam:

a) boas práticas na fase de projeto e instalação:

- i) sistemas de processo e manuseamento totalmente fechados;
- ii) separação do processo perigoso dos operadores ou de outros processos;
- iii) processos das instalações ou sistemas de trabalho que minimizam, suprimem ou impedem a criação de pós e fumos perigosos, etc., e que limitam a área de contaminação em caso de derrames ou fugas;
- iv) encerramento parcial, com ventilação local exaustora;
- v) ventilação local exaustora;
- vi) ventilação geral suficiente;

b) sistemas e práticas de trabalho:

- i) redução do número de trabalhadores expostos e exclusão do acesso não fundamental;
- ii) redução do período de exposição dos trabalhadores;
- iii) limpeza regular de paredes, e superfícies contaminadas etc.;
- iv) utilização e manutenção adequada de medidas de controlo de engenharia;
- v) criação de meios adequados para armazenamento e eliminação em segurança de produtos químicos perigosos para a saúde;

c) proteção individual:

- i) sempre que as medidas acima referidas não forem suficientes, deverá ser providenciado equipamento de proteção individual adequado até que o risco seja eliminado ou minimizado de forma a atingir um nível que não represente uma ameaça para a saúde;
- ii) proibição de comer, mastigar, beber e fumar em áreas contaminadas;
- iii) instalações adequadas para lavagem, mudança de roupa e guarda-roupa, incluindo para lavagem de vestuário contaminado;
- iv) utilização de sinais e avisos;
- v) tomadas de medidas adequadas em caso de emergência.

### **9.5.5 Medidas de controlo de produtos químicos inflamáveis, de reação perigosa ou explosivos**

9.5.5.1 Os trabalhadores deverão ser protegidos contra riscos de lesões resultantes da utilização de produtos químicos inflamáveis, instáveis ou explosivos. Poderão ser utilizadas as seguintes medidas, no sentido de reduzir o risco de incêndio ou explosão.

a) Boas práticas de projeto e instalação:

Como complemento dos princípios fundamentais que deverão ser aplicados para eliminar vapores, fumos ou pós inflamáveis de libertação possível, deverão também ser observadas as seguintes práticas, quando apropriado:

- i) eliminação ou controlo de fontes de ignição;
  - ii) separação dos processos que utilizam produtos químicos inflamáveis de:
    - outros processos;
    - armazenamento em grandes quantidades dos produtos químicos inflamáveis ou armazenamento em grandes quantidades que possa dar origem a perigo em caso de incêndio;
    - os limites ou instalações fora do local, que não estiverem sob controlo do empregador e
    - fontes de ignição fixas;
  - iii) instalação de uma atmosfera inerte para processos e sistemas de manuseamento totalmente fechados;
  - iv) instalação de meios de deteção de incêndios e de alarme que, na medida do possível, deverão incluir meios automáticos de extinção de incêndios em fase inicial;
  - v) instalação de meios de deteção de aumentos de pressão e funcionamento automático de um supressor de gás para evitar explosões, como por exemplo explosões de pó;
- b) Sistemas e práticas de trabalho seguros:
- i) utilização e manutenção adequada das medidas de controlo de engenharia;
  - ii) minimização das quantidades de produtos químicos guardados existentes no local de trabalho;
  - iii) minimização das quantidades de produtos químicos manuseados e utilizados em edifícios;
  - iv) separação dos procedimentos para armazenamento de produtos químicos, das atividades de processos normais;
  - v) separação de produtos químicos incompatíveis;
  - vi) redução do número de trabalhadores expostos e exclusão do acesso não fundamental;
  - vii) medidas para limpeza imediata de derramamentos;
  - viii) medidas adequadas de eliminação e derrame em segurança, dos produtos químicos;
  - ix) garantir o equipamento adequado, por exemplo ferramentas antideflagrantes para utilização com materiais pouco incendiáveis em situações especificadas;

x) utilização de sinais e avisos adequados;

c) Proteção individual:

i) garantir que o equipamento de proteção individual e o vestuário geral de trabalho fornecidos não são passíveis de aumentar a possibilidade de queimaduras graves. Determinados materiais sintéticos podem derreter-se num incêndio, causando queimaduras mais graves;

ii) efetuar os adequados preparativos para emergências.

9.5.5.2 A adequação das formas de evacuação, as medidas de combate de incêndios, o sistema de alarme contra incêndios e as disposições para evacuação das instalações, deverão ser tidos em conta, após a avaliação de produtos químicos que possam ser inflamáveis, instáveis ou explosivos.

### **9.5.6 Medidas de controlo de armazenamento de produtos químicos perigosos**

9.5.6.1 Os produtos químicos perigosos deverão ser guardados em condições de segurança específicas, em função das suas propriedades e características inerentes, de forma a garantir a segurança e em conformidade com os critérios definidos. Os produtos químicos com propriedades e características típicas relevantes incluem:

a) líquidos inflamáveis;

b) gases inflamáveis;

c) produtos químicos tóxicos;

d) produtos químicos corrosivos;

e) produtos químicos que emitem fumos altamente tóxicos em caso de incêndio;

f) produtos químicos que, em contacto com a água, libertam gás inflamável;

g) produtos químicos oxidantes;

h) explosivos;

i) produtos químicos instáveis;

j) sólidos inflamáveis;

k) gases comprimidos.

9.5.6.2 Os produtos químicos cujos efeitos carcinogêneos, mutagêneos ou teratogêneos na saúde sejam conhecidos, deverão ser guardados sob controlo rigoroso.

9.5.6.3 Existem muitas normas, códigos ou princípios orientadores relativos ao armazenamento de produtos específicos, em grandes quantidades ou em recipientes pequenos. Quando forem utilizados recipientes mais pequenos (tambores, cilindros, sacos ou bolsas), é possível que ocorra a mistura de produtos químicos. O risco principal é o risco de incêndio e a libertação de produtos químicos ou produtos de combustão dele resultante.

Muitos incidentes de perda ou lesões originados por atividades em armazéns, foram causados pelo fogo. Tendo em conta estes aspetos fundamentais, as medidas de controlo e prevenção deverão abranger as seguintes medidas:

- a) a compatibilidade e separação de produtos químicos armazenados. Os produtos químicos que podem reagir em conjunto para formar produtos instáveis ou nocivos ou para produzir calor, deverão ser guardados separadamente. Em virtude da sua reatividade e da sua capacidade para produzir calor, os produtos químicos oxidantes, deverão ser guardados separados dos líquidos inflamáveis, ou de outros produtos químicos inflamáveis;
- b) limitações das quantidades de produtos químicos a armazenar. Isto aplica-se a produtos químicos com determinadas propriedades características, de forma a limitar os efeitos de um acidente ou incidente envolvendo (ou que possa envolver) produtos químicos, numa emergência;
- c) segurança adequada das áreas de armazenamento e respetivo acesso, devendo ser proibidas ou controladas as potenciais fontes de ignição;
- d) localização segura das áreas de armazenamento. Com o objetivo de minimizar os efeitos de um incidente, as áreas de armazenamento de produtos químicos deverão ser separadas dos outros sectores, de edifícios ocupados e de outras áreas de armazenamento, bem como de limites e de instalações fora do local sobre os quais o empregador não tem controlo, e de fontes de ignição fixas, exceto caso se trate de uma pequena quantidade de um produto químico armazenado de forma segura num local de trabalho (por exemplo, uma pequena quantidade de um líquido inflamável, num armário resistente ao fogo);
- e) construção, natureza e integridade apropriadas dos recipientes de armazenamento;
- f) carga e descarga segura de recipientes de armazenamento. Os critérios relativos a equipamento adequado e a sistemas de trabalho seguros, incluindo formação, são de extrema importância para (f), (g) e (h);
- g) precauções adequadas contra libertação acidental, incêndio, explosão e reatividade química;
- h) precauções e procedimentos adequados em caso de derramamento;
- i) requisitos de temperatura, humidade e ventilação, especialmente importantes quando a temperatura ambiente e a humidade são elevadas. Os requisitos de ventilação deverão garantir que não se verifica acumulação de gases, vapores ou fumos em áreas fechadas;
- j) requisitos de rotulagem e nova rotulagem;
- k) procedimentos de emergência;

l) requisitos relativos a possíveis alterações físicas e químicas em produtos químicos armazenados (por exemplo, não ultrapassar o período de validade recomendado no rótulo e na ficha de dados de segurança);

m) implementação de sistemas de vigilância.

### **9.5.7 Medidas de controlo de transporte de produtos químicos**

9.5.7.1 Os produtos químicos perigosos deverão ser transportados de acordo com os critérios de segurança dos trabalhadores definidos pela autoridade competente.

9.5.7.2 Os critérios definidos pela autoridade competente deverão ter em conta os regulamentos de transporte nacionais ou internacionais e abranger, conforme a situação aplicável:

- a) as propriedades e quantidade dos produtos químicos a transportar;
- b) a natureza, integridade e proteção da embalagem e dos recipientes utilizados no transporte, incluindo condutas;
- c) as especificações do veículo utilizado no transporte;
- d) os percursos utilizados;
- e) a formação e as qualificações dos trabalhadores que efetuam o transporte;
- f) requisitos de rotulagem;
- g) carga e descarga;
- h) procedimentos em caso de emergência, por exemplo incêndio ou derramamento.

9.5.7.3 Os critérios definidos deverão estar em conformidade com os critérios de requisitos internacionais de transporte existentes (por exemplo, o Código Marítimo Internacional para o Transporte de Mercadorias Perigosas, a Convenção sobre a Aviação Civil Internacional e, na Europa, o Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias por Estrada (ADR), que abrangem mercadorias transportadas entre países e que têm como principal objetivo a proteção do ambiente e das pessoas (para além dos trabalhadores que efetuam o transporte) que possam ser envolvidas em acidentes de transporte.

9.5.7.4 Os critérios deverão complementar o acima referido da seguinte forma:

- a) providenciando proteção para os trabalhadores e
- b) providenciando proteção para outras pessoas que possam ser envolvidas num acidente de transporte que envolva produtos químicos perigosos transportados no interior de um país ou num local de trabalho.

### **9.5.8 Medidas de controlo de disposição final e tratamento de produtos químicos**

9.5.8.1 A eliminação ou remoção de produtos químicos que já não são necessários e os riscos para os trabalhadores deverão ser incluídos na avaliação dos riscos efetuada pelos empregadores.

Os produtos químicos deverão também ser manuseados, tratados e eliminados de uma forma que evite ou minimize o risco para a segurança, para a saúde dos trabalhadores e para o ambiente, em conformidade com a lei e a prática nacional. Os recipientes que tiverem sido esvaziados, mas que possam conter resíduos de produtos químicos perigosos, deverão ser tratados como perigosos.

- 9.5.8.2 Os produtos químicos considerados como resíduos deverão ser removidos de acordo com procedimentos baseados nos critérios definidos pela autoridade competente ou transpostos em normas, códigos ou princípios orientadores aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente relativamente ao tratamento e eliminação de produtos químicos perigosos e de resíduos perigosos, com o objetivo de garantir a segurança dos trabalhadores. Estes critérios deverão ter em conta, igualmente a proteção do público em geral e do ambiente.

### **9.5.9 Armazenamento de produtos químicos**

- 9.5.9.1 Nos locais em que se tenha que armazenar ou manipular substâncias químicas, deve-se ter em conta a sua composição pois muitas delas reagem entre si de maneira violenta, ocasionando explosões, incêndios ou outros danos.

- 9.5.9.2 Tais produtos devem ser mantidos separados, de maneira que não possam entrar em contato entre si. Recomendam-se pelo menos três zonas separadas, onde as substâncias são separadas por espécie química, e também de acordo com sua segurança devendo estar afastados da parte operacional, evitando-se contato frequente dos trabalhadores com substâncias puras e possíveis intoxicações, ou ainda acidentes com lesões graves.

- a) uma zona para substâncias sólidas e líquidas não inflamáveis (mas corrosivas). Os sólidos devem ser separados dos líquidos e nunca colocados em prateleiras superiores, relativamente aos líquidos ácidos. Esta disposição impede que eventuais vapores ácidos entrem em contato com os sólidos e possam causar reações indesejáveis, podendo dar origem a incêndio e explosões.
- b) um compartimento para armazenagem de solventes e outros produtos inflamáveis, com construção resistente ao fogo
- c) um compartimento para venenos, como cianetos ou compostos de arsênico, etc., que deve ser mantido fechado à chave, a qual deve ficar em poder do responsável. Sempre que alguém precisar de uma substância desse compartimento, deverá entrar em contato com o responsável que o alertará dos riscos envolvidos.

## **9.6 Projeto e instalação**

### **9.6.1 Princípios gerais**

- 9.6.1.1 As instalações e os equipamentos deverão ser projetados e instalados de forma a evitar ou minimizar os riscos de produtos químicos utilizados no trabalho, por exemplo:
- a) reduzindo a libertação de produtos químicos nocivos ou inflamáveis, incluindo o vapor e o pó dos referidos produtos químicos;
  - b) impedir o alastramento de incêndios e explosões no local de trabalho;
- 9.6.1.2 A melhor forma de conseguir evitar um perigo, consiste em isolar completamente os processos que envolvam a utilização de produtos químicos. O isolamento total dos processos consegue-se mais facilmente quando a instalação e o equipamento são automatizados ou funcionam por controlo remoto. Este deverá ser uma preocupação central durante a fase de projeto de instalação industrial, equipamento e processo a utilizar. Deverá ser dada preferência à utilização de armazenamento em grandes quantidades, com transferência efetuada através de condutas fixas convenientemente concebidas e apropriadas para o fim em causa, em detrimento de armazenamento em pequenos recipientes, quando apropriado.
- 9.6.1.3 As áreas de trabalho, instalações e equipamento deverão ser projetados e instalados de forma a evitar uma exposição desnecessária dos trabalhadores a produtos químicos perigosos, o que deverá incluir a instalação de ventilação local por exaustão, garantindo que a limpeza poderá ser mínima e facilitando os procedimentos de manutenção e limpeza.
- 9.6.1.4 De forma a reduzir ainda mais os riscos de produtos químicos perigosos, instalações, equipamentos e armazéns deverão ser separados de outros processos, de produtos químicos incompatíveis ou de outros produtos químicos que possam causar perigo em caso de incêndio, de instalações fora do local e de outras áreas fora do controlo do empregador e, no caso de produtos inflamáveis, de fontes de ignição fixas.
- 9.6.1.5 De forma a impedir o alastramento de fogo e de explosão, deverão ser tidas em consideração as seguintes técnicas de engenharia de segurança:
- a) projeto e construção para evitar os efeitos de uma explosão;
  - b) limitar os efeitos de um fogo ou de uma explosão por meio de válvulas de alívio da pressão, de painéis de alívio contra explosões, etc., de dimensões e projeto adequados, que tenham saída para um local seguro;
  - c) métodos que impeçam ou reduzam o alastramento de fogo, tais como a utilização de materiais não combustíveis ou resistentes ao fogo, de acordo com uma norma especificada;
  - d) a utilização de abafadores, deflectores ou de meios similares, para conter os efeitos de um incêndio ou explosão dentro de áreas da instalação;
  - e) meios automáticos de extinção ou supressão de um incêndio ou explosão, tais como a utilização de sistemas automatizados de gás inerte para suprimir uma

explosão, ou de sistemas de extinção automatizados, por exemplo sistemas de água nebulizada. Com o objetivo de impedir o derrame de um produto químico perigoso na eventualidade da sua libertação, deverão ser tomadas medidas de contenção secundárias, em conformidade com os critérios definidos, tais como muros de contenção para líquidos perigosos. Um “muro de contenção” é um muro especificamente concebido e construído para conter o conteúdo de um tanque de armazenamento cercado pelo muro.

### **9.6.2 Ventilação local exaustora**

- 9.6.2.1 Quando não for possível efetuar o encerramento completo de um processo envolvendo produtos químicos perigosos, deverá ser providenciado e mantido equipamento de ventilação local exaustora, de forma a garantir que critérios como os limites de exposição definidos pela autoridade competente não são ultrapassados e que perigos como as concentrações inflamáveis são eliminados ou mantidos num nível mínimo.
- 9.6.2.2 A ventilação local exaustora deverá ser projetada, construída e instalada de forma a garantir a retirada segura e eficaz de ar contaminado do local de trabalho para um local seguro, a filtragem, ou tratamento do ar contaminado para evitar perigos futuros, tendo em conta os limites de exposição ou outros critérios para o controlo do ambiente de trabalho, definidos, aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente.
- 9.6.2.3 De forma a ter um funcionamento eficiente que impeça a exposição do trabalhador, a ventilação exaustora deverá situar-se o mais perto possível dos pontos de emissão de produtos químicos perigosos. O comprimento das condutas e o número de curvas deverá ser o mínimo possível, para permitir um funcionamento eficiente.

### **9.6.3 Ventilação geral**

- 9.6.3.1 As áreas de trabalho deverão receber ar limpo para equilibrar o volume de ar extraído, através dos vários sistemas de extração. Isso garante uma extração eficiente e contribui para reduzir as concentrações de químicos.
- 9.6.3.2 Os índices de fluxo da ventilação geral deverão ser suficientes para mudar o ar da área de trabalho de acordo com os requisitos de segurança e saúde, tendo em conta as suas dimensões, as condições de trabalho e o número de trabalhadores.
- 9.6.3.3 Deverá evitar-se que o ar extraído volte a circular nas salas de trabalho, exceto em condições aceitáveis pela autoridade competente. Caso a recirculação seja permitida:
  - a) deverão utilizar-se métodos eficazes para descontaminar o ar, que deverão ser verificados e objeto de manutenção com regularidade;
  - b) parte do ar deverá ser extraído durante a recirculação e substituído por ar limpo, para evitar uma acumulação de uma possível contaminação;

- c) o índice de substituição por ar limpo deverá ser planeado de forma a garantir que os limites de perigo ou os critérios para controlo do ambiente de trabalho definidos, aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente não são ultrapassados nas instalações e nas salas de trabalho;
- d) o projeto deverá ter em conta a necessidade de impedir que uma eventual libertação de produtos químicos perigosos dê origem a um perigo ou o faça alastrar para outras áreas de trabalho.

#### **9.6.4 Eliminação ou controlo de fontes de ignição**

9.6.4.1 Quando são utilizados produtos químicos inflamáveis, a principal opção em termos de projeto e instalação deverá ser a eliminação de atmosferas inflamáveis. No entanto, deverá ser efetuada uma avaliação para determinar onde as atmosferas podem ocorrer durante a utilização de produtos químicos em todas as fases, devendo as fontes de ignição ser eliminadas ou minimizadas.

9.6.4.2 As áreas deverão ser classificadas segundo o grau de probabilidade de ocorrência de uma concentração inflamável na área. A não ser que sejam considerados seguros, os aparelhos elétricos não deverão ser utilizados nestas áreas, quando tal for praticável. Quando não o for, os aparelhos elétricos deverão ser projetados e construídos de acordo com a classificação do perigo.

O projeto e a construção deverão estar em conformidade com as normas reconhecidas ou aprovadas pela autoridade competente.

9.6.4.3 Exemplos de formas de eliminação de fontes de ignição:

- a) implementação e manutenção de áreas em que seja proibido fumar;
- b) proibição de bombas e de outros aparelhos elétricos dentro da área dos reservatórios de tanques de armazenamento (a bomba deverá estar localizada na sua própria área de contenção em caso de fuga);
- c) a proibição de motores elétricos dentro de condutas que contenham produtos químicos inflamáveis, por exemplo substituindo-os por ventoinhas conduzidas à distância;
- d) a proibição de operações de carregamento de baterias para empilhadoras dentro de áreas de armazenamento ou de edifícios de armazenamento.

9.6.4.4 O potencial de criação de cargas estáticas, por exemplo com produtos químicos não polares como os solventes de hidrocarboneto ou determinados pós e sólidos como o enxofre, pode ser reduzido:

- a) evitando a queda livre dos produtos químicos durante o enchimento de vasos a partir de condutas ou de um recipiente para outro;
- b) uma redução das taxas de bombeamento nas descargas;
- c) utilizando aditivos de anti eletricidade estática.

- 9.6.4.5 Deverá ter-se atenção especial à tomada de medidas de engenharia para impedir um incêndio, ou explosão devido à acumulação e descarga de eletricidade estática, devendo estas medidas ser objeto de revisão periódica.
- 9.6.4.6 O tipo de aquecimento utilizado numa sala de trabalho ou numa sala de armazenamento deverá ser adequado às condições mais prováveis nessa sala. Os seguintes pontos deverão ser observados quando se utilizam produtos químicos inflamáveis:
- a) deverão evitar-se aquecedores portáteis como aquecedores a óleo e a gás, lareiras elétricas e radiadores elétricos a óleo;
  - b) quando forem utilizados sistemas a óleo e a gás, estes deverão ser de tipo indireto, ou seja, os produtos da combustão deverão ser canalizados para a atmosfera exterior de forma segura. O ar que entra nestes sistemas deverá ser proveniente de locais seguros onde não seja provável a ocorrência de derramamentos de produtos químicos inflamáveis nem a respetiva entrada no sistema de aquecimento.

## **9.7 Proteção individual**

### **9.7.1 Equipamento de proteção individual**

- 9.7.1.1 O equipamento de proteção individual não deverá ser utilizado como alternativa a medidas de prevenção e de controlo de engenharia ou a outras medidas de controlo adequadas, devendo contudo ser adotado e mantido, sempre que as referidas medidas de controlo não sejam suficientes para garantir a proteção. O empregador deverá continuar a colocar em ação planos eficazes para garantir o desenvolvimento e aplicação de medidas de prevenção com o objetivo de eliminar ou minimizar o risco até um nível em que a proteção individual possa já não ser necessária. O equipamento de proteção individual inclui equipamento de proteção respiratória, vestuário e calçado de proteção, equipamento para proteger o rosto, os olhos e as mãos e equipamento para evitar a acumulação de eletricidade estática (por exemplo, calçado anti estático).
- 9.7.1.2 O equipamento de proteção individual deverá permitir proteção adequada contra o risco representado pelos produtos químicos perigosos a que o seu utilizador está exposto, durante todo o período em que o equipamento for necessário, tendo em conta o tipo de trabalho.
- 9.7.1.3 Os artigos do equipamento de proteção individual deverão estar de acordo com a lei nacional ou em conformidade com os critérios aprovados ou reconhecidos pela autoridade competente e deverão fundamentar-se nas normas nacionais ou internacionais.
- 9.7.1.4 O equipamento deverá ser adequado ao fim a que se destina, devendo existir no local de trabalho em quantidade suficiente para todos os trabalhadores que dele tenham necessidade e estar disponível para utilização imediata.

- 9.7.1.5 Os trabalhadores que tenham de usar equipamento de proteção, deverão receber informação e formação relativamente à sua correta utilização.
- 9.7.1.6 Sempre que tenham sido informados nesse sentido, os trabalhadores deverão utilizar o equipamento de proteção adequado durante todo o tempo da exposição a este risco.
- 9.7.1.7 Os empregadores ou os seus representantes deverão verificar e controlar se o equipamento é corretamente utilizado.
- 9.7.1.8 O empregador deverá disponibilizar e efetuar a manutenção de todo o equipamento de proteção individual necessário para a segurança na utilização de produtos químicos, sem custos para o trabalhador.

### **9.7.2 Equipamento de proteção respiratória**

- 9.7.2.1 O equipamento de proteção respiratória deverá ser escolhido de forma a cumprir as leis nacionais ou as normas nacionais ou internacionais, aprovadas ou reconhecidas pela autoridade competente, relativo à adequação do equipamento ao tipo de produto químico perigoso e ao grau de exposição envolvido.
- 9.7.2.2 O equipamento de proteção respiratória também deverá ser selecionado tendo em conta o trabalho desenvolvido e deverá ser adaptado ao seu utilizador.
- 9.7.2.3 O equipamento de proteção respiratória só deverá ser utilizado como uma medida complementar, temporária, de emergência ou de exceção e não como alternativa às medidas de prevenção do risco que deveriam ser adotadas.

### **9.7.3 Vestuário de proteção**

- 9.7.3.1 A escolha de vestuário de proteção deverá ter em conta:
  - a) a capacidade do material de que é feito para resistir à penetração dos produtos químicos perigosos em causa;
  - b) a adequação do design e da ergonomia do vestuário à utilização pretendida;
  - c) o ambiente em que será utilizado;
  - d) no caso de pó, as características de libertação de pó do material do vestuário;
  - e) no caso de substâncias inflamáveis, as suas características em caso de incêndio;
  - f) a necessidade de evitar incêndios ou explosões devido à eletricidade estática.
- 9.7.3.2 O vestuário de proteção não deverá ser utilizado como alternativa às medidas de prevenção do risco que deveriam ser adotadas.

### **9.7.4 Limpeza e manutenção do equipamento e vestuário de proteção individual**

- 9.7.4.1 Todo o equipamento de proteção em utilização deverá ser mantido em boas condições e substituído, sem custos para o trabalhador, quando já não for adequado para o fim a que se destina.

- 9.7.4.2 O equipamento de proteção não deverá ser utilizado por um período superior ao indicado pelo fabricante.
- 9.7.4.3 Os trabalhadores deverão fazer uma utilização correta do equipamento e mantê-lo em boas condições, desde que esteja ao seu alcance.
- 9.7.4.4 O equipamento de proteção respiratória, exceção feita às máscaras descartáveis de utilização num só turno, deverá ser limpo, desinfetado e rigorosamente examinado cada vez que for reutilizado ou, nos termos das leis nacionais ou das normas nacionais ou internacionais aprovadas ou reconhecidas pela autoridade competente, integrando as medidas de controlo do empregador.
- 9.7.4.5 Deverá manter-se um registo da limpeza, desinfecção e exame deste equipamento de proteção respiratória, bem como do seu estado e de eventuais defeitos, em conformidade com a lei e a prática nacional.
- 9.7.4.6 O registo deverá ser autenticado pela pessoa que efetua o teste, que deverá ter formação adequada.
- 9.7.4.7 Os empregadores deverão providenciar meios para a lavagem, limpeza, desinfecção e exame do vestuário ou equipamento de proteção que tenha sido utilizado e que possa estar contaminado por produtos químicos perigosos para a saúde.
- 9.7.4.8 Deverá ser proibido lavar, limpar ou manter em casa dos trabalhadores o equipamento de proteção que possa estar contaminado.
- 9.7.4.9 Quando forem contratados os serviços de uma lavandaria, deverá ter-se o cuidado de garantir que a empresa contratada tem competências nesta área, compreendendo quais as precauções necessárias a ter com o manuseamento de vestuário contaminado.

#### **9.7.5 Instalações de higiene pessoal e bem-estar**

- 9.7.5.1 Deverão ser providenciadas instalações adequadas para lavagem, que permitam aos trabalhadores manter padrões de higiene com o adequado controlo da exposição e com a necessidade de evitar a contaminação de produtos químicos perigosos para a saúde.
- 9.7.5.2 As instalações para lavagem deverão ser convenientemente acessíveis, mas situar-se de forma a que não sejam contaminadas pelo local de trabalho.
- 9.7.5.3 O tipo de instalações para lavagem deverá responder às exigências da natureza e tipo da exposição.
- 9.7.5.4 Deverão estar disponíveis vestiários sempre que seja utilizado vestuário de proteção ou quando existir um risco que o vestuário usado no exterior possa ser contaminado por produtos químicos perigosos.
- 9.7.5.5 As instalações para troca de roupa deverão ser localizadas e concebidas de forma a impedir que a contaminação do vestuário de proteção alastre para o vestuário pessoal e de uma instalação para outra.

- 9.7.5.6 De forma a reduzir o risco de ingestão de produtos químicos perigosos para a saúde, os trabalhadores não deverão comer, mastigar, beber ou fumar numa área de trabalho contaminada pelos referidos produtos químicos.
- 9.7.5.7 Os empregadores deverão proibir que se coma, mastigue, beba ou fume em áreas de trabalho em que só pode efetuar-se um correto controlo da exposição, se os funcionários usarem equipamento de proteção individual, para impedir a exposição a produtos químicos perigosos para a saúde e, em qualquer outra área em que seja provável a presença destes produtos químicos.
- 9.7.5.8 Quando for necessário proibir a ingestão de comida ou bebida, deverá haver instalações adequadas e separadas, numa área não contaminada, devendo ter acessos convenientes para a área de trabalho.

## **9.8 Informação e formação**

### **9.8.1 Princípios gerais**

- 9.8.1.1 Os trabalhadores deverão ser informados sobre os perigos associados a produtos químicos utilizados no seu local de trabalho.
- 9.8.1.2 Os trabalhadores deverão receber instruções sobre o acesso e utilização da informação fornecida nos rótulos e nas fichas de dados de segurança.
- 9.8.1.3 Os trabalhadores deverão receber formação sobre a utilização correta e eficaz das medidas de prevenção adequadas bem como do seu controlo, em especial no que respeita às medidas de controlo de engenharia e às medidas relativas à proteção individual, devendo ser esclarecidos quanto à sua importância.
- 9.8.1.4 Os empregadores deverão utilizar as fichas de dados de segurança, em conjunto com informação específica sobre o local de trabalho, como base de elaboração de instruções para os trabalhadores, que deverão ser por escrito, se tal for necessário.
- 9.8.1.5 Os trabalhadores deverão receber formação contínua sobre os sistemas e práticas de trabalho a utilizar e bem como sua importância para a segurança na utilização de produtos químicos no trabalho, e a forma de lidar com as situações de emergência.

### **9.8.2 Revisão**

- 9.8.2.1 O conteúdo da formação e das instruções recebidas e necessárias deverá ser revisto e atualizado aquando da revisão dos sistemas e das práticas de trabalho mencionados na secção 8.2 (revisão de sistemas de trabalho).
- 9.8.2.2 A revisão deverá verificar:
  - a) se os trabalhadores compreendem quando é que o equipamento de proteção é necessário e se conhecem as suas limitações;
  - b) se os trabalhadores sabem qual é a utilização mais eficaz das medidas de prevenção de riscos;

- c) se os trabalhadores estão familiarizados com os procedimentos em caso de emergência, envolvendo um produto químico perigoso;
- d) procedimentos de trocas de informação entre trabalhadores nas mudanças de turnos.

## **9.9 Procedimentos de emergência e primeiros socorros**

### **9.9.1 Procedimentos de emergência**

- 9.9.1.1 Deverão ser definidos planos de ação para que, a qualquer momento, e em conformidade com os requisitos estipulados pela autoridade competente ou considerados necessários após a avaliação dos riscos, lidar com emergências e acidentes, que possam resultar da utilização de produtos químicos no trabalho.
- 9.9.1.2 Estes planos de ação, incluindo os procedimentos a seguir, deverão ser atualizados à luz de nova informação como a que é fornecida pelas fichas de dados de segurança, de experiências com os produtos químicos e de quaisquer alterações na atividade laboral.
- 9.9.1.3 Os trabalhadores deverão receber formação sobre os procedimentos relevantes, que deverão descrever:
  - a) medidas de alerta;
  - b) medidas a acionar a assistência de emergência adequada, quer na instalação quer fora do local, por exemplo os serviços de combate a incêndios, em caso de incêndio, e os serviços de emergência médica;
  - c) a utilização de proteção individual adequada e as suas limitações;
  - d) a evacuação dos locais de trabalho, das instalações ou do estabelecimento e a localização das saídas de emergência e das vias de evacuação;
  - e) ação para minimizar o incidente, por exemplo através de combate do incêndio, controlo de fugas e derrames, encerramento de emergência, afastamento de vasos de pressão portáteis em caso de incêndio e ação especificamente proibida se as pessoas estiverem em risco;
  - f) a evacuação de instalações próximas.

### **9.9.2 Primeiros socorros**

- 9.9.2.1 Deverão ser tomadas medidas para primeiros socorros adequados. Estas deverão ter em consideração os produtos químicos utilizados no trabalho, a facilidade de comunicações e os serviços e instalações de emergência disponíveis. Deverão estar em conformidade com quaisquer requisitos estipulados pela autoridade competente.
- 9.9.2.2 Na medida do praticável, deverão estar disponíveis meios apropriados e pessoal com formação para prestação de primeiros socorros a qualquer momento, durante a utilização de produtos químicos perigosos no

trabalho. O termo “pessoal com formação” inclui pessoas com formação em primeiros socorros, enfermeiros diplomados ou médicos, por exemplo.

9.9.2.3 Quando forem utilizados produtos químicos perigosos, os socorristas deverão ter formação sobre:

- a) os perigos associados aos produtos químicos e a forma de se protegerem contra estes perigos;
- b) como agir de forma eficaz e imediata;
- c) quaisquer procedimentos relevantes associados com o envio de feridos para o hospital;

9.9.2.4 Deverá ser efetuada pelo empregador uma avaliação das necessidades de primeiros socorros. O número de trabalhadores com formação adequada para os primeiros socorros de verá estar de acordo com as leis e as práticas nacionais podendo depender

- a) do número de funcionários;
- b) da natureza da atividade laboral;
- c) do tamanho do estabelecimento e da distribuição de trabalhadores no local de trabalho;
- d) da localização da atividade laboral relativamente ao hospital mais próximo ou a outros serviços de emergência médica que possam ser necessários.

9.9.2.5 O equipamento e as instalações de primeiros socorros deverão ser apropriados para lidar com os perigos decorrentes da utilização de produtos químicos no trabalho. Deverá haver à disposição dos trabalhadores instalações adequadas, por exemplo chuveiros de emergência ou lava olhos, que deverão estar estrategicamente colocadas para permitir a sua utilização imediata em caso de emergência.

9.9.2.6 O equipamento de primeiros socorros e as instalações deverão estar sempre facilmente acessíveis.

9.9.2.7 Deverão existir salas de primeiros socorros com equipamento adequado, em conformidade com as leis ou normas nacionais. Em termos gerais, deverão existir em todos os estabelecimentos:

- a) quando existirem significativos perigos agudos para a saúde em resultado da utilização de produtos químicos no trabalho e
- b) tendo em conta os fatores descritos no parágrafo 14.2.4 (avaliação das necessidades de primeiros socorros).

### **9.9.3 Combate a incêndios**

9.9.3.1 Deverá ser disponibilizado equipamento de combate a incêndios adequado à quantidade e às características dos produtos químicos utilizados no trabalho. O transporte e o armazenamento nas instalações industriais também deverão ser abrangidos por equipamento adequado.

- 9.9.3.2 Deverão estar disponíveis extintores de combate a incêndio portáteis (de mão ou montados em chassis com rodas) para utilização na fase inicial de combate a incêndios, em conformidade com a lei e as normas nacionais. O meio de extinção deverá ser escolhido em resultado da avaliação de riscos e de medidas de prevenção adotadas.
- 9.9.3.3 Para outros incêndios que possam afetar o armazenamento exterior, como incêndios de lixo ou vegetação, deverão estar acessíveis mangueiras com abastecimento de água disponível.
- 9.9.3.4 O equipamento de combate a incêndios deverá estar disponível para utilização imediata e a sua localização estar conforme com a lei e as normas nacionais.
- 9.9.3.5 O equipamento utilizado para extinguir incêndios em instalações de armazenamento ou para garantir um arrefecimento adequado de recipientes expostos a calor proveniente de um incêndio próximo deve estar disponível e mantido em conformidade com a lei nacional ou com critérios de normas nacionais ou internacionais.
- 9.9.3.6 Deverá ser efetuada a drenagem adequada do local de trabalho para que haja um escoamento eficaz da água utilizada para proteção e combate de incêndios. Esta água deverá ser adequadamente retida antes de ser retirada, de forma a minimizar os danos ambientais. Deverão ser criados interceptores ou sistemas especiais de drenagem, especialmente em instalações de grandes dimensões, para minimizar o risco de contaminação dos cursos de água locais.
- 9.9.3.7 O equipamento de combate a incêndios e de proteção contra incêndios deverá ser mantido em plenas condições de funcionamento, garantidas através de inspeção regular.
- 9.9.3.8 Os trabalhadores deverão receber formação, instruções e informação adequadas acerca dos perigos de incêndios, envolvendo produtos químicos e as precauções apropriadas a tomar. A formação, as instruções e a informação fornecidas aos trabalhadores deverão indicar-lhes:
- a) que não devem colocar-se em risco, sem necessidade;
  - b) quando e onde se aciona o alarme;
  - c) a utilização de equipamento de combate a incêndios e de proteção contra incêndios, no caso de trabalhadores que possam ter de o utilizar;
  - d) a natureza tóxica dos fumos libertados e medidas de primeiros socorros;
  - e) a utilização correta de equipamento de proteção individual adequado;
  - f) procedimentos de evacuação;
  - g) as circunstâncias em que os trabalhadores não deverão tentar controlar um incêndio sem ajuda, devendo sim evacuar a área e chamar bombeiros com formação especializada. Quando compete aos bombeiros com formação o combate a incêndios, quer na instalação quer fora do local, estas medidas

deverão ser evidenciadas, e o papel que se espera dos trabalhadores deverá ser claramente explicado.

- 9.9.3.9 Deverá ser fornecida, tanto aos bombeiros com formação como a outros elementos de serviços de emergência que venham do exterior, informação adequada acerca da natureza do incêndio químico e dos seus perigos, para permitir que sejam tomadas as precauções adequadas. Deverá ser fornecida aos bombeiros que não conheçam o local, informação acerca de riscos potencialmente muito graves que tenham sido identificados, independentemente de se ter ou não verificado um incidente. Isto permitir-lhes-á tomarem as precauções adequadas, que incluem, por exemplo, a utilização de vestuário especializado quando houver perigos tóxicos muito elevados.

## 10. CONCLUSÕES

O sector industrial de curtumes é um dos mais tradicionais do país, produzindo essencialmente couro acabado para a Indústria do Calçado, a partir de pele de bovino. Outros mercados são a indústria de vestuário, marroquinaria, mobiliário e automóvel.

O problema da poluição originada pela Indústria de Curtumes assume, hoje em dia, uma importância extremamente vital. A resolução, ou tentativa de redução da carga contaminante total gerada por esta indústria, é na maior parte dos casos apontada pelos industriais como sendo de prioridade máxima no sentido de investigar e desenvolver medidas tecnológicas preventivas e corretivas.

Em termos de emissões para o ambiente, a atividade industrial das empresas de curtumes origina essencialmente águas residuais, emissões gasosas e resíduos sólidos orgânicos.

As águas residuais têm elevadas cargas orgânicas (elevados valores de CQO, CBO<sub>5</sub> e azoto orgânico) e inorgânicas (essencialmente crómio, sulfuretos e sais), constituindo por isso o principal problema ambiental do sector. Estas águas são habitualmente tratadas em ETAR's (individuais ou coletivas, de que é exemplo o Sistema de Tratamento de Águas de Alcanena), produzindo-se lamas.

As emissões gasosas são principalmente devidas aos processos de queima desenvolvidos nos geradores de vapor, aos processos de despoeiramento e às operações de pintura, não descurando a existência de emissões difusas ao longo de todo o processo produtivo.

Os resíduos sólidos são essencialmente constituídos por peles (raspas, aparas e poeiras) curtidas e não curtidas.

Estima-se que em Portugal são gerados anualmente cerca de 41.000 toneladas de resíduos sólidos (aproximadamente metade destas contendo crómio) e cerca de 28.000 toneladas de lamas de ETAR. A valorização dos resíduos sólidos da Indústria de Curtumes revela-se um problema complexo na sua resolução. Nesse sentido, e tendo em vista minimizar esta situação, a primeira preocupação deve consistir na redução das elevadas quantidades de resíduos gerados, por via de uma melhor utilização da matéria-prima, a qual exige um aperfeiçoamento dos processos de fabrico.

Quanto à questão "eliminação ou valorização" dos resíduos, devem entender-se estas duas formas como complementares e não como opostas. Com efeito, a dispersão dos locais de produção, a diversidade dos resíduos, o seu reduzido valor e as elevadas quantidades formadas, impõem muitas vezes soluções locais. Salienta-se que as valorizações mais usuais, não estão a ser atualmente praticadas em Portugal – produção de fertilizantes, produção de colas e aglomerados ou valorização energética.

Neste contexto, a inovação tecnológica é um fator decisivo e um trunfo importante dos países mais desenvolvidos, para reforçar a competitividade do sector face à concorrência existente, implementando assim, quer através de medidas de neutralização de poluição, quer por medidas internas com tecnologias de produção mais limpas, ações com o objetivo de limitar ou reduzir a poluição gerada. O CTIC, como centro de investigação e desenvolvimento de tecnologias, assume-se como uma entidade responsável, através dos seus serviços, para ajudar os industriais a vencer o desafio atualmente colocado.

A ETAR e o SIRECRO de Alcanena são duas unidades de tratamento que surgiram como uma tentativa de dar resposta às necessidades mais urgentes e imediatas de contrariar as tendências poluidoras desta indústria, e consequentemente, recuperar níveis de qualidade de vida saudáveis num meio cada vez mais degradado.

No entanto as ações tomadas não chegam por si só para garantir que esses objetivos sejam alcançados, havendo portanto ainda muito a fazer tanto na otimização dos sistemas já existentes, como na implementação de outros que reduzam ao máximo as emissões de poluentes e os efeitos nocivos das que não podem ser evitadas.

**“Ninguém cometeu maior erro do que aquele que não fez nada só porque podia fazer muito pouco.”**

**Edmund Burke**

## 11. BIBLIOGRAFIA

- [1] JRC Reference Reports – Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins – Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) - 2013
- [2] Figueiredo, J., Nogueira, C., Pedrosa, F., Guimarães, J., Guia Técnico – Sector dos curtumes, Novembro 2000.
- [3] RECET, CITEVE, CTCV, CTIC, Renovare – Guia de boas práticas de medidas de utilização racional de energia e energias renováveis, 2007.
- [4] Sampainho, R. - Levantamento dos Problemas Tecnológicos da Indústria de Curtumes, CTIC
- [5] Adzet, J., Navarro, X., Vallès, J., et al, Tecnología del cuero, Estudio CÍCERO, S.L., Barcelona
- [6] Normas NP EN ISO 14001, NP EN ISO 9001 e OSHAS 18001
- [7] Regulamento do Sistema de Águas Residuais de Alcanena, AUSTRA, 2014

## 12. WEBGRAFIA

[URL1] [www.ualg.pt](http://www.ualg.pt)

[URL2] Lara, R., Ferreira, A., Okano, O., Bassoi, L., Curtumes, São Paulo: CETESB, 2005. ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br))

[URL3] [www.factor-segur.pt](http://www.factor-segur.pt)

[URL4] Giacchini, M., Andrade Filho, A., Utilização da Água de Chuva nas Edificações Industriais, II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2008. ([www.pg.cefetpr.br](http://www.pg.cefetpr.br))

[URL5] Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento Águas Residuais (PEAASAR) 2007-2013, Documento Preliminar – 10 de Fevereiro de 2006. ([www.portugal.gov.pt](http://www.portugal.gov.pt))

[URL6] [www.ambiprime.com](http://www.ambiprime.com)

[URL7] [www.cienciapt.net](http://www.cienciapt.net)

[URL8] Utilização de colectores Solares para a Produção de Calor de Processo Industrial, Edição DGGE/IP-AQSpP, Lisboa, Abril 2004. ([www.aguaquentesolar.com](http://www.aguaquentesolar.com))

[URL9] Almeida, A., Patrão, C., Fonseca, P., Moura, P., et al, Manual de boas práticas de eficiência energética, Lisboa, Novembro de 2005. ([www.bcsdportugal.org](http://www.bcsdportugal.org))

[URL10] [www.sathel.com.br](http://www.sathel.com.br)

[URL11] REN-Rede Elétrica Nacional. S.A., Manual de Boas Práticas Ambientais, Edição REN, Julho de 2005. ([www.centrodeinformacao.ren.pt](http://www.centrodeinformacao.ren.pt))

[URL12] Eficiência Energética no Sector Empresarial, eds. NORTE. ([horacio.no.sapo.pt](http://horacio.no.sapo.pt))

[URL13] [br.geocities.com](http://br.geocities.com)

### Coordenação

Alcino Martinho

### Equipa Técnica

Filipe Crispim

Joaquim Gaião

Nuno Silva

Junho 2015



## **AUSTRA**

ASSOCIAÇÃO DE UTILIZADORES DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DE ALCANENA

Lagar do Freixo

Apartado 76

2384-909 ALCANENA

## **CTIC**

CENTRO TECNOLÓGICO DAS INDÚSTRIAS DO COURO

S. Pedro

Apartado 158

2384-909 ALCANENA

