



**AEP**

CÂMARA  
DE COMÉRCIO  
E INDÚSTRIA

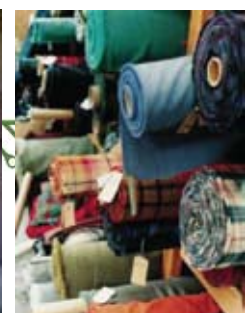
sustentabilidade  
responsabilidade  
**social**  
ambiente

energia  
eco-eficiência  
desenvolvimento  
sustentável

ambiente

# BenchMark A+E

eficiência  
energética  
energia  
eco-eficiência  
diversificação  
ambiente  
inovação  
**energia**



## Manual de Produção + Limpa

• Indústria Têxtil



# Manual de Produção + Limpa

- Indústria Têxtil



## **FICHA TÉCNICA**

### **Entidade Promotora**

AEP- Associação Empresarial de Portugal

### **Coordenação**

Paulo Nunes de Almeida

### **Gabinete de Projectos Especiais**

Florinda Alves

Castilho Dias

### **Equipa**

Conceição Vieira

Joaquim Alves

André Silva

Manuela Roque

### **Título**

Manual de Produção + Limpa da Indústria Têxtil

### **Projecto**

BenchMark A+E

### **Tiragens**

100 exemplares

### **ISBN**

978-972-8702-64-9

### **Depósito Legal**

338676/12

Dezembro 2011

## PREFÁCIO

A AEP – Associação Empresarial de Portugal, como entidade representativa do tecido empresarial nacional e atenta ao imperativo da competitividade das empresas portuguesas, tem promovido várias iniciativas nas áreas da competitividade/produção, energia, ambiente e responsabilidade social.

Uma das mais recentes iniciativas foi o **Projecto “BenchMark A+E”** que teve como objectivo potenciar a competitividade das empresas, principalmente das PME, mediante um conjunto integrado de acções colectivas que pretendem sensibilizar os empresários para as vantagens que a adopção das melhores práticas de gestão ambiental e gestão energética, identificadas por processos de Benchmarking Ambiental e Energético, podem representar, promovendo o desenvolvimento sustentável.

A AEP – Associação Empresarial de Portugal, pretende continuar a assumir um papel de agente de mudança, indutor, junto do Universo Empresarial, de novos modelos organizacionais comprometidos com a Gestão Responsável e o Desenvolvimento Sustentável.

Uma das actividades previstas no Projecto intitula-se **“Manual de Produção + Limpa da Indústria Têxtil”**.

Este documento, com especificidades e aplicações nos distintos sectores da Indústria Têxtil, constitui uma preciosa fonte de informação e orientações para técnicos, empresários e todos os interessados na implementação de medidas ecologicamente correctas nas unidades fabris, usufruindo da conseqüente economia de matérias-primas, água e energia.

A AEP- Associação Empresarial de Portugal espera que a elaboração deste Manual de Produção + Limpa produza uma visão crítica, de modo a identificar oportunidades de melhoria nos processos produtivos, bem como potencie um aumento do conhecimento técnico, podendo assim, disseminar e promover o desenvolvimento de novas tecnologias com vista ao sucesso do desenvolvimento sustentável.



José António Ferreira de Barros

*Presidente*



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR TÊXTIL</b> .....	10
2.1 Introdução .....	10
2.2 Indústria têxtil nacional .....	11
2.3 Análise SWOT .....	20
<b>3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE FABRICO</b> .....	21
3.1 Indústria algodoeira .....	21
3.2 Indústria de cordoaria .....	25
3.2.1 Cordoaria de sintéticos .....	25
3.2.2 Cordoaria de sisal .....	25
3.2.2 Cordoaria de redes.....	26
3.3 Indústria de lanifícios .....	28
3.4 Indústria de malhas .....	30
<b>4. ASPECTOS E IMPACTES AMBIENTAIS</b> .....	33
4.1 Identificação, avaliação e classificação dos aspectos ambientais .....	33
4.2 Aspectos ambientais associados à indústria têxtil .....	35
4.2.1 Fiação .....	35
4.2.2 Tecelagem e tricotagem .....	36
4.2.3 Tratamento prévio.....	36
4.2.4 Tingimento.....	38
4.2.5 Estamparia .....	42
4.2.6 Acabamentos.....	42
4.2.7 Serviços de apoio ou suporte ao processo de fabrico .....	43
<b>5. INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL</b> .....	44
<b>6. PRODUÇÃO + LIMPA</b> .....	47
6.1 Consumo de matérias-primas e auxiliares .....	52
6.1.1 Controlo de qualidade na recepção de matérias-primas e auxiliares .....	53
6.1.2 Substituição de produtos químicos e auxiliares .....	54
6.1.3 Automatização de processos para redução dos desperdícios .....	56
6.1.4 Modificações ou substituições nos equipamentos para optimização dos consumos .....	59
6.2 Consumo de água e descarga de águas residuais .....	60
6.2.1 Instalação dos contadores/caudalímetros .....	62
6.2.2 Identificação e prevenção das fugas de água.....	63
6.2.3 Análise do processo de produção e optimização do consumo de água .....	65
6.2.4 Instalação de máquinas e equipamentos de baixo consumo de água .....	66
6.2.5 Redução do consumo de água e geração de águas residuais nas operações de lavagem .....	68
6.2.6 Redução do consumo de água e geração de águas residuais nas operações de tingimento .....	72
6.2.7 Redução do consumo de água nas operações de refrigeração .....	75
6.2.8 Recuperação e reutilização de banhos .....	76
6.2.9 Redução da contaminação das águas residuais .....	78
6.2.10 Utilização de efluentes tratados .....	83
6.2.11 Utilização de águas pluviais .....	84

6.3	Resíduos .....	86
6.3.1	<i>Elaboração de um estudo de minimização de resíduos</i> .....	90
6.3.2	<i>Redução da produção de resíduos em processos específicos</i> .....	98
6.3.3	<i>Redução do consumo de embalagens</i> .....	100
6.3.4	<i>Avaliação da possibilidade de criar subprodutos derivados de resíduos</i> .....	101
6.3.5	<i>Valorização energética dos resíduos gerados</i> .....	103
6.3.6	<i>Implementação de um sistema de gestão integrada dos resíduos produzidos</i> .....	104
6.4	Emissões atmosféricas .....	105
6.4.1	<i>Redução das emissões de COV</i> .....	110
6.4.2	<i>Redução das emissões de SO<sub>x</sub></i> .....	111
6.4.3	<i>Redução das emissões de NO<sub>x</sub></i> .....	112
6.4.4	<i>Redução das emissões de material particulado</i> .....	113
6.4.5	<i>Redução da libertação de substâncias odoríferas</i> .....	114
6.5	Energia .....	115
6.5.1	<i>Promoção de uma gestão eficaz de energia na empresa (Implementação de um sistema de monitorização de energia)</i> .....	116
6.5.2	<i>Promoção de uma gestão eficaz de energia na empresa (Implementação de um sistema de (Implementação de um sistema de gestão de energia segundo a norma ISO 50001)</i> .....	119
6.5.3	<i>Definição de índices de eficiência energética</i> .....	120
6.5.4	<i>Optimização da contratação e facturação energéticas</i> .....	121
6.5.5	<i>Optimização das condições de aquisição e de operação dos motores eléctricos</i> .....	123
6.5.6	<i>Seleccção dos combustíveis a utilizar</i> .....	127
6.5.7	<i>Promoção da economia de energia nas instalações de ar comprimido</i> .....	128
6.5.8	<i>Promoção da economia de energia nas instalações de geração de vapor</i> .....	130
6.5.9	<i>Racionalização do consumo de energia nos sistemas de iluminação</i> .....	133
6.5.10	<i>Racionalização do consumo de energia em processos específicos</i> .....	136
6.5.11	<i>Promoção do reaproveitamento de calor</i> .....	138
6.6	Ruído e vibrações .....	139
<b>7.</b>	<b>MELHORES TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS</b> .....	<b>141</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>153</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Distribuição percentual do número de empresas pelos subsectores da Indústria Têxtil, em 2009.....	13
<b>Figura 2</b> - Distribuição percentual das empresas da Indústria Têxtil por tipologia, em 2009.....	14
<b>Figura 3</b> - Distribuição percentual das empresas da Indústria Têxtil por localização geográfica, em 2009.....	15
<b>Figura 4</b> - Evolução histórica da Indústria Têxtil, quanto ao número de empresas, no período 2007 -2009.....	16
<b>Figura 5</b> - Distribuição percentual do número de trabalhadores pelos subsectores da Indústria Têxtil, em 2009....	16
<b>Figura 6</b> - Evolução histórica da Indústria Têxtil, quanto ao número de trabalhadores, no período 2007-2009.....	17
<b>Figura 7</b> - Distribuição percentual do volume de negócios pelos subsectores da Indústria Têxtil, em 2009.....	18
<b>Figura 8</b> - Evolução histórica da Indústria Têxtil, quanto ao volume de negócios no período 2007 – 2009.....	19
<b>Figura 9</b> - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria algodoeira.....	24
<b>Figura 10</b> - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria de cordoaria.....	27
<b>Figura 11</b> - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria de lanifícios.....	29
<b>Figura 12</b> - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria de malhas.....	32
<b>Figura 13</b> - Fluxo de entradas e saídas por actividade da Organização.....	34
<b>Figura 14</b> - Indicadores de desempenho ambiental.....	44
<b>Figura 15</b> - Esquema de Produção + Limpa.....	47
<b>Figura 16</b> - Fluxo de inputs e outputs a ter em conta na Produção + Limpa.....	48
<b>Figura 17</b> - Etapas para a implementação da Produção + Limpa.....	51
<b>Figura 18</b> - Instrução para sensibilização na detecção de fugas.....	64
<b>Figura 19</b> - Máquina de tingimento em <i>overflow</i> .....	67
<b>Figura 20</b> - Poupanças no consumo de energia, vapor e água decorrentes do tingimento aerodinâmico.....	75
<b>Figura 21</b> - Princípios da hierarquia de gestão dos resíduos.....	87
<b>Figura 22</b> - Árvore de decisão para a distinção entre resíduos e subprodutos.....	102
<b>Figura 23</b> - Esquematização de um parque de resíduos.....	107
<b>Figura 24</b> - Esquematização de um parque exclusivamente para resíduos perigosos.....	107
<b>Figura 25</b> - Motor.....	125
<b>Figura 26</b> - Motor eléctrico em ambiente corrosivo.....	126
<b>Figura 27</b> - Depósito de ar comprimido.....	128
<b>Figura 28</b> - Circuito de ar comprimido.....	129
<b>Figura 29</b> - Caldeira.....	130
<b>Figura 30</b> - Queimador.....	131
<b>Figura 31</b> - Caldeira de gás natural.....	131
<b>Figura 32</b> - Aproveitamento da luz natural.....	133
<b>Figura 33</b> - Lâmpadas em nave industrial.....	133
<b>Figura 34</b> - Iluminação de sensores de presença.....	134
<b>Figura 35</b> - Recuperação de energia térmica.....	138

### INDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Composição da Indústria Têxtil nacional, segundo a CAE Rev.3.....	12
<b>Quadro 2</b> - Números da Indústria Têxtil, em 2009.....	20
<b>Quadro 3</b> - Exemplo de indicadores de desempenho ambiental.....	46
<b>Quadro 4</b> - Vantagens da implementação de técnicas de Produção + Limpa.....	50
<b>Quadro 5</b> - Relação de banhos em equipamentos de tingimento.....	73
<b>Quadro 6</b> - Resíduos gerados pela Indústria Têxtil.....	86

# 1. INTRODUÇÃO

A busca das empresas por assimetrias que lhes tragam vantagem competitiva, tem sido uma constante. Uma nova ordem mundial, nas últimas décadas, tem trazido as questões ambientais e suas consequências, para um mundo que já não dispõe de capacidade suficiente de absorção da carga poluidora existente. As empresas ficam então perante uma situação de escolha.

A procura de resultados finais, ecologicamente correctos, torna-se, com isso, uma restrição ou uma oportunidade, cabendo às empresas decidir.

Com a Produção + Limpa (Produção Mais Limpa / P+L) é possível um desenvolvimento industrial que congregue o necessário ganho económico com a imprescindível adequação ambiental.

Em linhas gerais, o conceito de P+L pode ser resumido com uma série de estratégias, práticas e condutas económicas, ambientais e técnicas, que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente por meio de acções preventivas, ou seja, evitando a produção de poluentes ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados.

Na prática, essas estratégias podem ser aplicadas a processos, produtos e até mesmo serviços, e incluem alguns procedimentos fundamentais que inserem a Produção + Limpa nos processos de produção. Dentre eles, é possível citar a redução ou eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água ou energia, redução na geração de resíduos e efluentes, reutilização, entre outros.

As vantagens são significativas para todos os envolvidos, do indivíduo à sociedade, do país ao planeta. Mas é a empresa que obtém os maiores benefícios para o seu próprio negócio. Para ela, a P+L reverte em redução de custos de produção; aumento de eficiência e competitividade; diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades; ampliação das suas perspectivas de actuação no mercado interno e externo; maior acesso a linhas de financiamento; melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais e a sociedade, entre outros.

É importante destacar que a Produção + Limpa é um processo de gestão que abrange diversos níveis da empresa, da gestão de topo aos diversos colaboradores. Trata-se não só de mudanças organizacionais, técnicas e operacionais, mas também de uma mudança cultural que necessita de comunicação para ser disseminada e incorporada ao dia-a-dia de cada colaborador.

É uma tarefa desafiante, e que, por isso mesmo, consiste numa excelente oportunidade. Com a Produção + Limpa, é possível construir uma visão de futuro para a empresa, aperfeiçoar as etapas de planeamento, expandir e ampliar o negócio, e o mais importante: obter simultaneamente benefícios ambientais e económicos na gestão dos processos.

Ao longo dos vários capítulos do Manual de Produção + Limpa do Sector da Indústria Têxtil foi feita uma abordagem aos processos produtivos, aspectos ambientais e apresentadas várias medidas de Produção + Limpa com indicação dos benefícios ambientais e aspectos económicos.

A AEP – Associação Empresarial de Portugal não pretende, de modo algum, que as ideias vertidas neste manual esgotem este assunto. Antes de serem um ponto final, pretende-se que sejam um ponto de partida para que cada empresa inicie ou continue a sua busca por um desempenho ambiental cada vez mais sustentável.

A AEP – Associação Empresarial de Portugal espera que este Manual se torne uma das bases para a construção de um projecto de sustentabilidade na gestão das empresas do sector da Indústria Têxtil.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR TÊXTIL

### 2.1. Introdução

A Indústria Têxtil na Europa tem sido objecto de um conjunto de transformações radicais ao longo dos últimos anos, em virtude de uma combinação de mudanças tecnológicas, evoluções nos diferentes custos de produção e a emergência de importantes concorrentes internacionais. A eliminação do sistema de quotas à importação que havia sido aplicado até então trouxe concorrência acrescida do exterior.

Em resposta a desafios concorrenciais do passado, o sector dos têxteis na Europa passou por um processo moroso de reestruturação, modernização e evolução tecnológica. As empresas tornaram-se mais competitivas, reduzindo substancialmente ou cessando a produção em grandes quantidades e fabricando os artigos de modo mais simples, para se concentrarem numa mais ampla variedade de produtos com maior valor acrescentado.

Acresce que os produtores europeus são líderes mundiais em mercados de têxteis técnicos/industriais e falsos tecidos (por exemplo, filtros industriais, geotêxteis, produtos de higiene ou produtos para a indústria automóvel ou médica), bem como de vestuário de alta qualidade com elevado teor de *design*.

O sector tem também mantido a sua competitividade através do recurso à subcontratação, ou à transferência de unidades de produção, de actividades intensivas em mão-de-obra, para empresas em países com custos inferiores principalmente na zona euro-mediterrânica, incluindo os países da adesão e os países candidatos. As vantagens competitivas do sector dos têxteis na UE residem agora na incidência na qualidade e no design, na inovação e tecnologia e em produtos de elevado valor acrescentado.

Ao mesmo tempo, a globalização e o progresso tecnológico induziram a necessidade de repensar a estratégia de *clustering* (formação de aglomerados) na indústria dos têxteis. Embora desempenhando ainda um papel importante para algumas actividades, a cooperação ao nível local ou regional tem vindo a mostrar-se cada vez mais inadequada para garantir que a cadeia de produção se mantém geograficamente próxima do mercado europeu. Por conseguinte, a formação de aglomerados que reúnam a diversidade das suas actividades assenta agora numa área geográfica mais alargada.

De um modo geral, os produtos europeus caracterizam-se por uma imagem positiva em termos de qualidade. Do mesmo modo, a indústria da UE é líder no desenvolvimento de novos produtos, como é o caso dos têxteis técnicos. Estas tendências para produtos de valor acrescentado mais elevado têm de prosseguir e intensificar-se para que o sector dos têxteis na Europa continue competitivo. A comprová-lo estão os desenvolvimentos económicos dos últimos anos que implicaram pressões acrescidas para o sector da fição tradicional de algodão, em contraste com a produção da mais recente geração de fibras tecnologicamente mais complexas como é o caso das fibras de alta tenacidade.

O sector sofre pressões concorrenciais cada vez mais acentuadas de outros grandes países produtores de têxteis, como é o caso da China, da Índia e do Paquistão.

Os têxteis continuam a ser uma sólida indústria transformadora europeia. Não obstante, os processos de reestruturação e modernização, tiveram e continuam a ter um forte impacto no emprego em diferentes regiões da UE. É importante antecipar a mudança industrial que acompanha estes processos. Atrair investimento para uma gama mais vasta de actividades económicas e formar e reconverter a mão-de-obra, parecem ser áreas a explorar no quadro de iniciativas integradas de desenvolvimento regional.

## 2.2. Indústria têxtil nacional

A Indústria Têxtil é uma indústria com grande representatividade na estrutura industrial portuguesa e desde sempre assumiu um papel de relevo em termos de emprego e peso na economia nacional. Trata-se de um sector maduro, fragmentado e sujeito a desajustamentos periódicos entre a oferta e a procura, cujo desempenho se encontra fortemente condicionado pelas flutuações da actividade económica mundial.

Segundo os dados mais recentes disponibilizados pelo INE – Instituto Nacional de Estatística, referentes ao ano de 2009, a Indústria Têxtil nacional era composta por 3 620 empresas, que empregavam 48 217 trabalhadores e geravam um volume de negócios na ordem dos 2 500 milhões de euros. Analisando a sua preponderância na Indústria Transformadora portuguesa, o tecido empresarial da Indústria Têxtil correspondia a 5% das empresas a operar na Indústria Transformadora, a 7% do pessoal ao serviço e a 4% do volume de negócios.

Actualmente, atravessa uma fase de reestruturação e reconversão que se tem repercutido na eliminação de milhares de postos de trabalho como resultado da queda das barreiras ao comércio internacional e da emergência de um novo quadro regulador do comércio internacional de têxteis.

As fronteiras nacionais assumem um papel cada vez menos relevante para este sector, disperso ao longo do globo, fazendo com que os produtos da fileira sejam cada vez mais produtos globais sujeitos a uma procura cada vez mais homogénea no que respeita aos gostos e preferências dos consumidores.

Com o fim das restrições quantitativas à entrada de têxteis, a forte pressão competitiva criada pelas economias de mão-de-obra barata, a mudança no paradigma económico, a modificação acelerada das preferências dos consumidores e a evolução da tecnologia, exige-se das empresas têxteis portuguesas um novo grau de capacidade concorrencial e de flexibilidade quer no que respeita aos produtos, como aos processos produtivos e estruturas de gestão.

Desvalorizado socialmente, o sector tem vindo, no entanto, a registar em Portugal comportamentos dinâmicos e competitivos em determinados subsectores e empresas, aproveitando alguns dos seus pontos fortes como a proximidade geográfica e cultural face ao mercado europeu, tradição e saber-fazer acumulado, custos salariais moderados face aos níveis europeus, reconhecimento internacional crescente dos produtos, realização de elevados investimentos de modernização tecnológica, desenvolvimento progressivo de uma cultura de qualidade e de resposta rápida.

Os subsectores onde algumas empresas portuguesas se têm revelado dinâmicas e empreendedoras são sobretudo as lãs, têxteis técnicos e malhas.

A Indústria Têxtil portuguesa está excessivamente centrada em actividades de baixo valor acrescentado, como a produção de matérias-primas e produtos finais, negligenciando os elementos de orientação para o cliente e o mercado. O investimento realizado no sector é sobretudo orientado para as áreas directamente ligadas ao processo produtivo e a sua vantagem competitiva tem sido o baixo custo de mão-de-obra.

O sucesso da Indústria Têxtil nacional dependerá da capacidade das empresas em controlar outros elementos da cadeia de valor, como o *design*, a inovação e a distribuição, e redefinir o modelo de negócio e gestão. As empresas devem explorar elementos intangíveis que acrescentem valor ao produto a fim de obter produtos mais competitivos. Uma empresa pode adquirir vantagem competitiva, identificando e executando as suas actividades estratégicas melhor do que a concorrência.

A estratégia portuguesa de desenvolvimento sustentado do sector deverá enquadrar-se numa estratégia de desenvolvimento europeia, pautada pela estratégia da Resposta Rápida e outras a ela associadas, incluindo a formação de parcerias e agrupamentos de empresas transnacionais. O desenvolvimento do *design* e da inovação em termos de novos produtos e processos, as tecnologias mais limpas, o desenvolvimento do *marketing* e a orientação para segmentos de mercado de elevado valor acrescentado, deverão ser

acompanhados por estratégias de redução dos custos, baseadas num aumento da eficácia e não numa redução de salários.

O futuro do sector está na internacionalização dos seus produtos, principalmente aqueles que contenham elevados níveis de diferenciação, quer pelo *design*, quer pela qualidade, quer pela inovação. A aposta na internacionalização das empresas nacionais passa também pelo desenvolvimento da marca “Portugal” como um País criador de produtos associados às últimas tendências da moda.

A Indústria Têxtil portuguesa engloba diversas actividades, que se passam a enumerar, de acordo com a Classificação das Actividades Económicas, CAE Rev.3, estipulada pelo Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro:

**Quadro 1 – Composição da Indústria Têxtil nacional, segundo a CAE Rev.3**

CAE	Actividade
13	<b>FABRICAÇÃO DE TÊXTEIS</b>
131	<b>Preparação e Fiação de Fibras Têxteis</b>
13101	Preparação e fiação de fibras do tipo algodão
13102	Preparação e fiação de fibras do tipo lã
13103	Preparação e fiação da seda e preparação e texturização de filamentos sintéticos e artificiais
13104	Fabricação de linhas de costura
13105	Preparação e fiação de linho e outras fibras têxteis
132	<b>Tecelagem de Têxteis</b>
13201	Tecelagem de fio do tipo algodão
13202	Tecelagem de fio do tipo lã
13203	Tecelagem de fio do tipo seda e de outros têxteis
133	<b>Acabamento de Têxteis</b>
13301	Branqueamento e tingimento
13302	Estampagem
13303	Acabamento de fios, tecidos e artigos têxteis, n. e.
139	<b>Fabricação de outros Têxteis</b>
13910	Fabricação de tecidos de malha
13920	Fabricação de artigos têxteis confeccionados, excepto vestuário
13930	Fabricação de tapetes e carpetes
13941	Fabricação de cordoaria
13942	Fabricação de redes
13950	Fabricação de não tecidos e respectivos artigos, excepto vestuário
13961	Fabricação de passamanarias e sirgarias
13962	Fabricação de têxteis para uso técnico e industrial, n. e.
13991	Fabricação de bordados
13992	Fabricação de rendas
13993	Fabricação de outros têxteis diversos, n. e.

Como se pode ver, a Indústria Têxtil portuguesa é composta por quatro subsectores base, que são os que correspondem a um código CAE de três dígitos, a saber:

- ↘ CAE 13 1 - Preparação e fiação de fibras têxteis
- ↘ CAE 13 2 - Tecelagem de têxteis
- ↘ CAE 13 3 - Acabamento de têxteis
- ↘ CAE 13 9 - Fabricação de outros têxteis

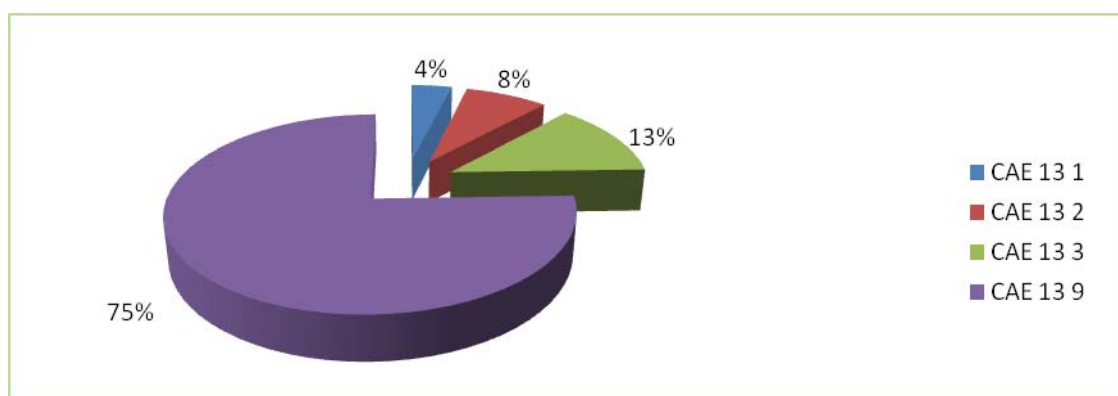
No âmbito destes quatro subsectores encontram-se as vinte e duas actividades económicas que compõem a Indústria Têxtil nacional.

Conforme referido anteriormente e de acordo com os dados estatísticos mais recentes, divulgados pelo INE – Instituto Nacional de Estatística, referentes ao ano de 2009, a Indústria Têxtil apresentava a seguinte estrutura, em termos do número de empresas, trabalhadores e volume de negócios:

- **Número de Empresas:** 3 620
- **Pessoal ao Serviço:** 48 217
- **Volume de Negócios:** 2 518 086 883 €

## EMPRESAS

Analise-se agora a preponderância dos subsectores e das diferentes actividades económicas no seio da Indústria Têxtil, recorrendo ao gráfico apresentado na figura 1.



*Fonte: Instituto Nacional de Estatística*

**Figura 1 – Distribuição percentual do número de empresas pelos subsectores da Indústria Têxtil, em 2009**

Como se vê, três quartos das empresas que constituem a Indústria Têxtil nacional operam na CAE 13 9 – Fabricação de outros têxteis.

Em valores absolutos, isto é o mesmo que dizer que das 3 620 empresas que exercem a sua actividade na Indústria Têxtil, 2 715 pertencem à CAE 13 9.

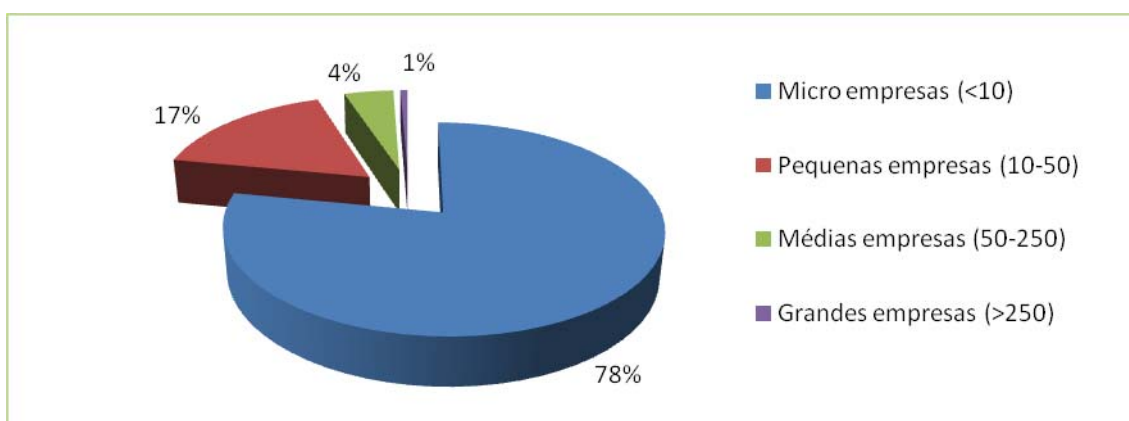
As actividades que mais contribuem para esta realidade são a fabricação de artigos têxteis confeccionados, excepto vestuário (CAE 13 920), em que operam 1 005 empresas, a fabricação de bordados (CAE 13 991), em que operam 632 empresas e a fabricação de outros têxteis diversos, n.e. (CAE 13 993), em que operam 422 empresas.

A CAE 13 3 – Acabamento de Têxteis, é o segundo subsector mais representativo quanto ao número de empresas (13% ou 468 empresas), seguindo-se a CAE 13 2 – Tecelagem de têxteis (8% ou 293 empresas) e, finalmente, a CAE 13 1 – Preparação e fiação de fibras têxteis (4% ou 144 empresas).

Qualificando o tecido empresarial da Indústria Têxtil, utilizando a Recomendação da Comissão n.º2003/361/CE como referência, conclui-se que se trata de um ramo da economia nacional fortemente

dominado pelas micro empresas (empresas com menos de dez trabalhadores e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 2 milhões de euros), uma vez que estas correspondem a mais de três quartos (2 825 empresas) do total de empresas presentes na Indústria Têxtil. As pequenas empresas (empregam menos de 50 pessoas e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 10 milhões de euros) surgem no segundo lugar, uma vez que existem 611 empresas têxteis pertencentes a esta tipologia em solo nacional, seguindo-se as empresas de média dimensão (com uma força de trabalho entre as 50 e as 250 pessoas), estando contabilizadas 161 empresas e, por fim, as empresas de grande dimensão (com uma força de trabalho superior a 250 pessoas), que são apenas 23.

A estrutura da Indústria Têxtil, em termos da dimensão das empresas, encontra-se representada na figura seguinte.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 2 – Distribuição percentual das empresas da Indústria Têxtil por tipologia, em 2009

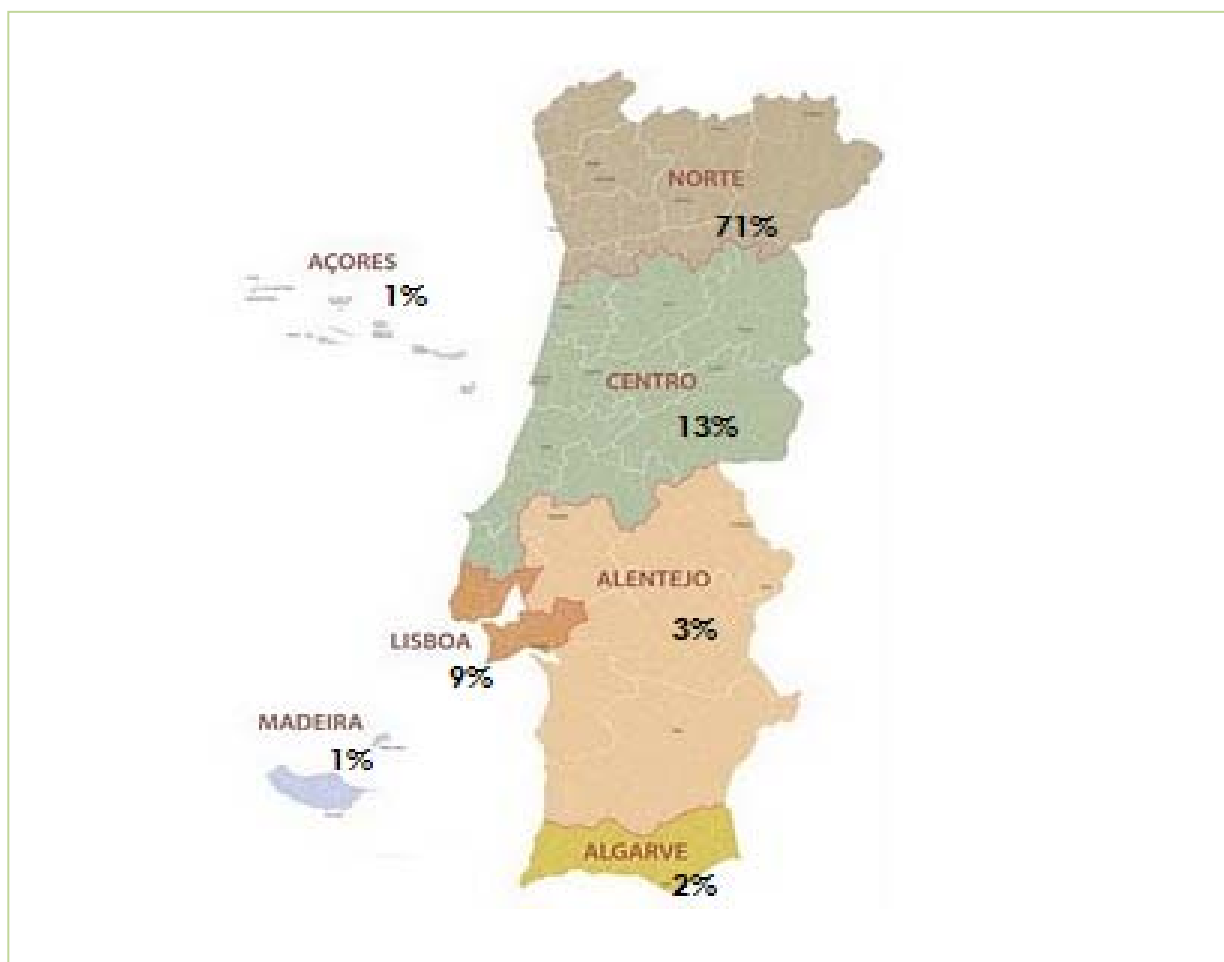
Prestando atenção agora à distribuição geográfica das empresas da Indústria Têxtil, utilizando como referência a divisão territorial preconizada pela Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais Estatísticas (NUTS), de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1059/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de Maio de 2003, facilmente se conclui que esta é uma actividade fortemente enraizada na região norte do país, espaço onde operam cerca de 71% das empresas da Indústria Têxtil.

De facto, o “domínio” da região norte é comum a quase todas as actividades económicas que compõem a Indústria Têxtil, excepção feita para a preparação e fiação de fibras do tipo lã (CAE 13 102) e a tecelagem de fio do tipo lã (CAE 13 202), actividades com maior relevância na região centro do país, e a fabricação de cordoaria (CAE 13 941), a fabricação de redes (CAE 13 942) e a fabricação de não tecidos e respectivos artigos, excepto vestuário (CAE 13 950), actividades onde a relevância das regiões norte e centro é similar.

O grande pólo da Indústria Têxtil nacional é a região do Ave, onde operam 1 261 empresas, assumindo também particular relevância as regiões do Cávado, Grande Porto, Tâmega e Grande Lisboa. As regiões do Alentejo, Algarve, Açores e Madeira representam apenas 7% do tecido empresarial nacional da Indústria Têxtil, o correspondente a 248 das 3 620 empresas existentes, em 2009.

A distribuição geográfica das empresas da Indústria Têxtil nacional pode ser observada na figura seguinte.





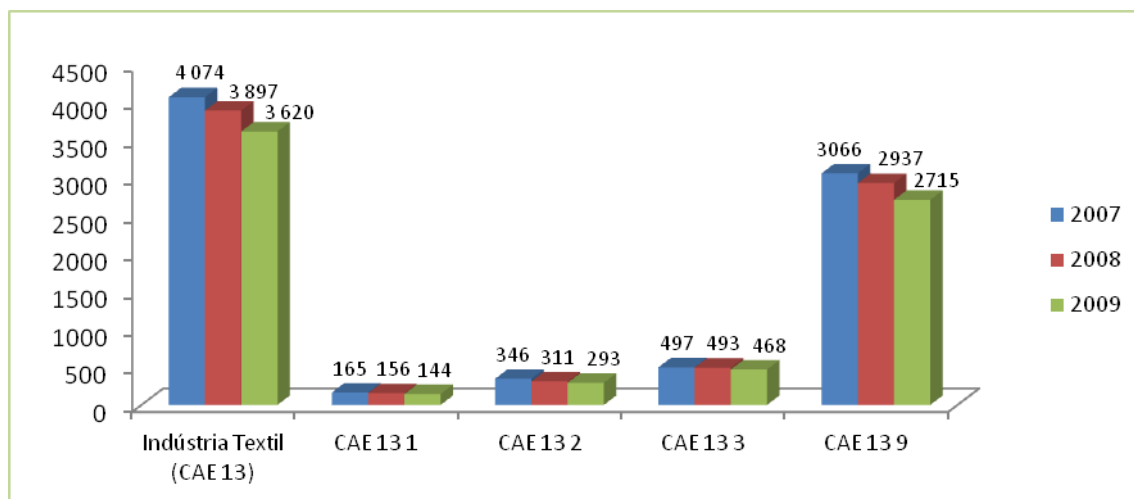
Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 3 – Distribuição percentual das empresas da Indústria Têxtil por localização geográfica, em 2009

Analisando em termos históricos a evolução da Indústria Têxtil e dos seus subsectores, é notória uma quebra acentuada no número de empresas de ano para ano: Se em 2009, o INE registava 3 620 empresas a operar na Indústria Têxtil, recuando até 2007 encontram-se 4 074 empresas, o que revela uma queda superior a 11% em apenas dois anos, correspondendo a um saldo negativo de mais de 450 empresas.

Esta queda no número de empresas da Indústria Têxtil reflectiu-se em todos os seus subsectores, registando-se a maior descida na CAE 13 2 – Tecelagem de Têxteis, como se pode ver na figura seguinte.

A única actividade económica, dentro das 22 que compõem a Indústria Têxtil nacional que escapa a esta tendência é a Fabricação de não tecidos e respectivos artigos, excepto vestuário (CAE 13 950), que viu o seu tecido empresarial crescer em 5% no período em análise.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

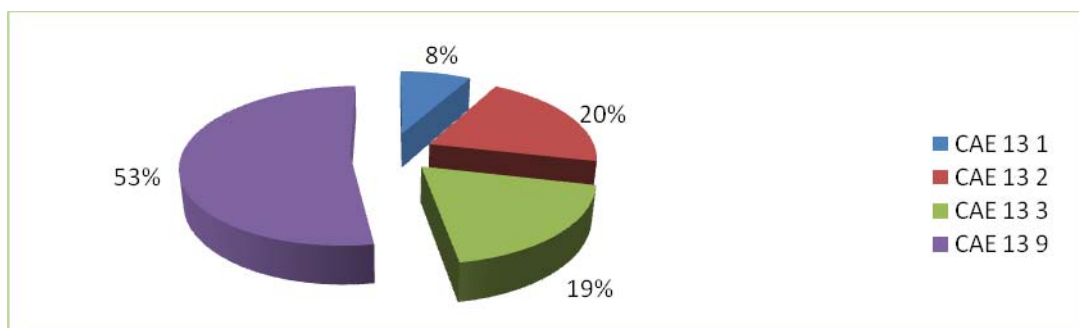
Figura 4 - Evolução histórica da Indústria Têxtil, quanto ao número de empresas, no período 2007-2009

## TRABALHADORES

Relativamente ao número de trabalhadores, a situação não apresenta grandes diferenças comparativamente à distribuição sectorial que se registava em termos do número de empresas, continuando a CAE 13 9 – Fabricação de outros têxteis, a ser a mais representativa, empregando mais de metade dos trabalhadores da Indústria Têxtil, em grande medida devida ao peso da CAE 13 920 - Fabricação de artigos têxteis confeccionados, excepto vestuário, que emprega mais de 10 000 pessoas.

No entanto, o equilíbrio altera-se, comparativamente à distribuição sectorial em termos do número de empresas, com a CAE 13 2 - Tecelagem de têxteis e CAE 13 3 - Acabamento de têxteis, que representam, em conjunto, 21% das empresas da Indústria Têxtil e que assumem aqui um peso de quase 40%, em termos do número de trabalhadores ao serviço, como se pode ver na figura seguinte.

As actividades da Indústria Têxtil que mais recorrem a mão-de-obra são a CAE 13 920 - Fabricação de artigos têxteis confeccionados, excepto vestuário, como foi já referido, a CAE 13201 - Tecelagem de fio do tipo algodão, a CAE 13301 - Branqueamento e tingimento e a CAE 13910 - Fabricação de tecidos de malha.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 5 – Distribuição percentual do número de trabalhadores pelos subsectores da Indústria Têxtil, em 2009

Se as micro empresas são a tipologia com maior preponderância na Indústria Têxtil, não são seguramente as maiores empregadoras. De facto, apenas 14% dos trabalhadores exerciam actividade em micro empresas em 2009, enquanto 36% faziam-no em empresas de média dimensão, 27% em empresas de pequena dimensão e os restantes 23% em empresas de grande dimensão.

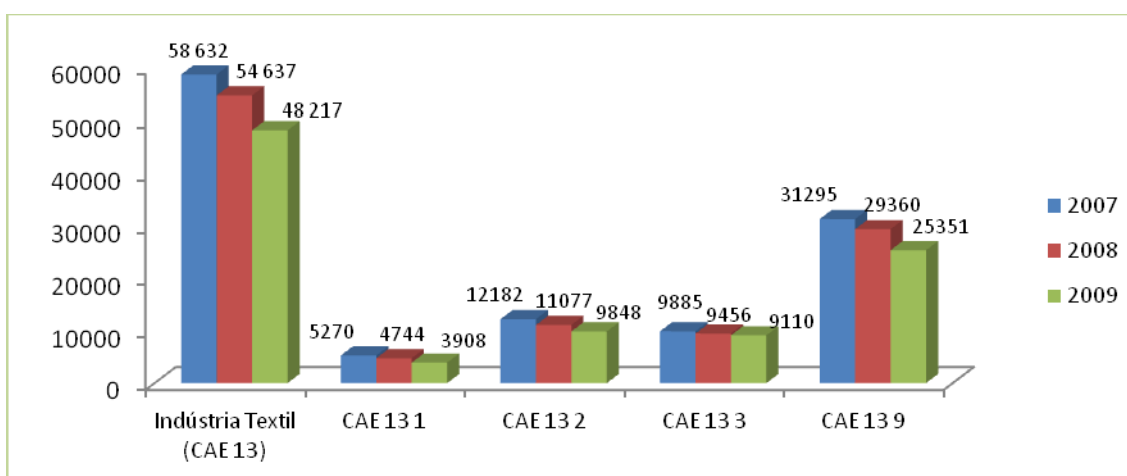
Em termos da dispersão geográfica dos trabalhadores, 39 705 das 48 217 pessoas ao serviço na Indústria Têxtil em 2009, estavam fixadas na região norte do país.

A análise da evolução do sector da Industria Têxtil, em termos históricos, revela-nos que é notória uma quebra acentuada no número de trabalhadores, tal como acontecera já relativamente ao número de empresas, de ano para ano: Se em 2009, o INE registava 48 217 trabalhadores a laborar na Indústria Têxtil, recuando até 2007, esse valor atingia os 58 632, o que é revelador de uma descida de cerca de 18% no número de trabalhadores.

Esta queda no número de trabalhadores da Indústria Têxtil reflectiu-se em todos os seus subsectores, registando-se a maior descida, em termos proporcionais, na CAE 13 1 – Preparação e fiação de fibras têxteis, que prescindiu de mais de um quarto da sua força de trabalho, como se pode ver na figura seguinte. Esta queda reflectiu-se igualmente em todas as 22 actividades que compõem a Indústria Têxtil, sem excepção.

Em termos reais, esta descida levou ao desaparecimento efectivo de 10 415 postos de trabalho na Indústria Têxtil, entre 2007 e 2009, correspondendo à extinção de 1 362 postos de trabalho na CAE 13 1, 2 334 postos de trabalho na CAE 13 2, 775 postos de trabalho na CAE 13 3 e 5 944 postos de trabalho na CAE 13 9.

A figura seguinte ilustra a evolução do emprego na Indústria Têxtil e seus subsectores no período compreendido entre os anos de 2007 e 2009.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

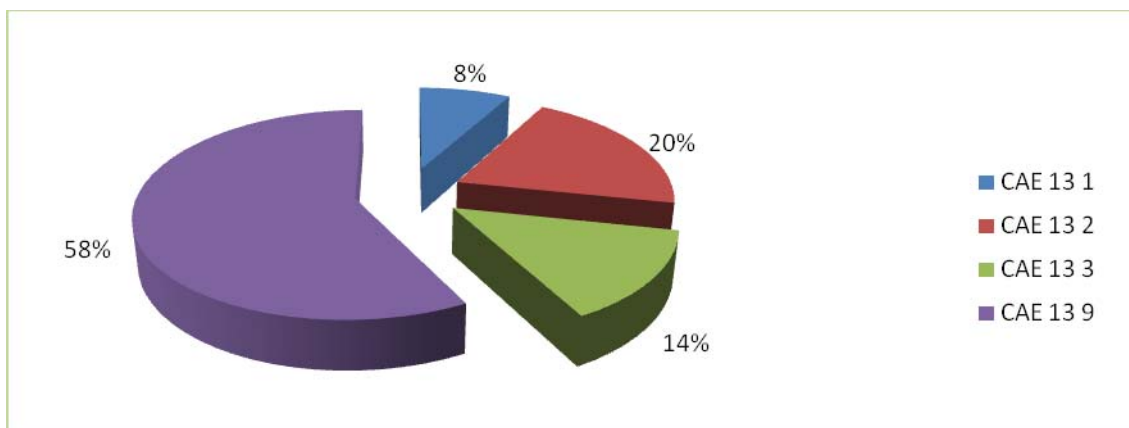
Figura 6 – Evolução histórica da Indústria Têxtil, quanto ao número de trabalhadores, no período 2007-2009

## VOLUME DE NEGÓCIOS

Relativamente ao volume de negócios, a situação é em tudo similar à verificada anteriormente, quer relativamente ao número de empresas, quer ao número de trabalhadores, com a CAE 13 9 - Fabricação de outros têxteis, a assumir a maior representatividade, contribuindo com 1 455 milhões de euros para um volume de negócios total de 2 518 milhões de euros, registado pela Indústria Têxtil em 2009.

As actividades da Indústria Têxtil que geraram maiores volumes de negócios foram a CAE 13 920 - Fabricação de artigos têxteis confeccionados, excepto vestuário (490 milhões de euros), a CAE 13 201 - Tecelagem de fio do tipo algodão (349 milhões de euros) e a CAE 13 910 - Fabricação de tecidos de malha (329 milhões de euros).

Em termos relativos, a CAE 13 9 é representativa de 58% do volume de negócios registado pela Indústria Têxtil em 2009, a CAE 13 2 de 20%, a CAE 13 3 de cerca de 14% e a CAE 13 1 de 8%, como se pode comprovar pela análise da figura seguinte.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

**Figura 7 – Distribuição percentual do volume de negócios pelos subsectores da Indústria Têxtil, em 2009**

Quanto à distribuição do volume de negócios pelas diferentes tipologias empresariais, as empresas de média dimensão são as maiores geradoras de riqueza, sendo portanto, as que mais contribuem para o volume de negócios apresentado pela Indústria Têxtil e as que mais empregam. De facto, em 2009, as empresas de média dimensão, ou seja, com uma força de trabalho compreendida entre os 50 e os 250 trabalhadores, geraram mais de 1 025 milhões de euros, enquanto as empresas de pequena dimensão atingiram um volume de negócios de cerca de 666 milhões de euros, as empresas de grande dimensão chegaram aos 586 milhões de euros e as micro empresas contabilizaram 241 milhões de euros. No total, as PME foram responsáveis por 77% do volume de negócios gerado pela Indústria Têxtil.

Em termos geográficos, a região norte do país é claramente a que contribui com a maior parte do volume de negócios gerado, sendo responsável por 2 103 234 835 € dos 2 518 086 883 € gerados em 2009, ou seja, 84% do volume de negócios da Indústria Têxtil no seu conjunto.

Relativamente à evolução histórica do volume de negócios e acompanhando a tendência registada em termos do número de empresas e do número de trabalhadores, entre 2007 e 2009, registam-se descidas no volume de negócios de todos os subsectores que compõem a Indústria Têxtil nacional.

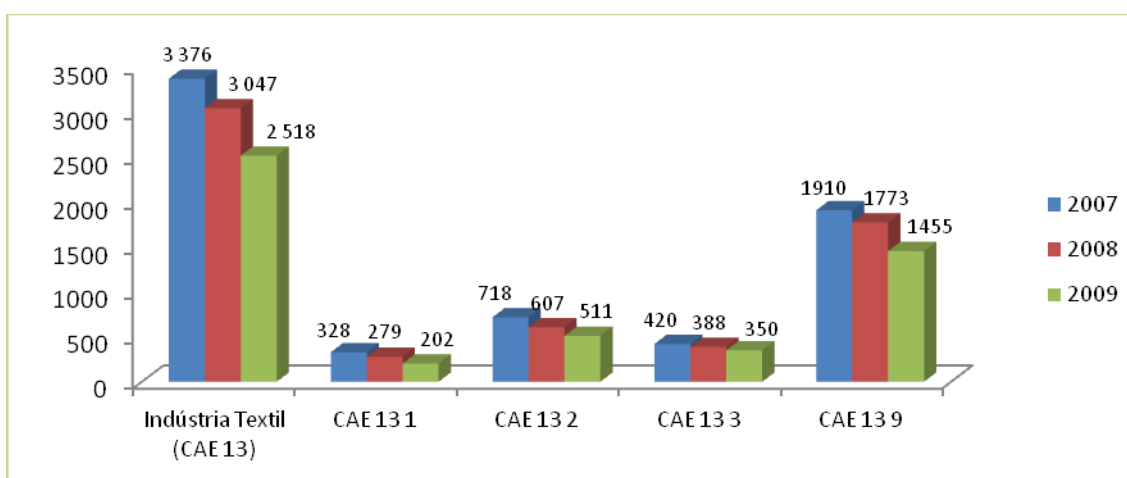
De facto, no período analisado, regista-se uma quebra superior a 25% no volume de negócios da Indústria Têxtil, o correspondente a mais de 850 milhões de euros.

A maior queda registou-se na CAE 13 103 - Preparação e fiação da seda e preparação e texturização de filamentos sintéticos e artificiais, que ultrapassou os 46% em apenas dois anos, registando-se descidas superiores a 30% também na CAE 13 101 - Preparação e fiação de fibras do tipo algodão, na CAE 13 102 - Preparação e fiação de fibras do tipo lã, na CAE 13 202 - Tecelagem de fio do tipo lã, na CAE 13 203 - Tecelagem de fio do tipo seda e de outros têxteis, na CAE 13 930 - Fabricação de tapetes e carpetes e na CAE 13 941 - Fabricação de cordoaria.

O subsector que mais caiu foi o correspondente à CAE 13 1 - Preparação e fiação de fibras têxteis, que viu o seu volume de negócios decrescer de 328 milhões de euros em 2007 para 202 milhões de euros em 2009, enquanto o subsector que apresentou os resultados menos negativos foi o correspondente à CAE 13 3 - Acabamento de têxteis, que viu o seu volume de negócios retrair de 420 milhões de euros para 350 milhões de euros, no mesmo período.

De salientar que a única actividade da Indústria Têxtil a registar um crescimento no volume de negócios, para o período 2007-2009, foi a CAE 13 950 - Fabricação de não tecidos e respectivos artigos, excepto vestuário, situação que se tinha já verificado, aliás, em relação à evolução do número de empresas para o mesmo período, em que tinha sido também a única actividade a apresentar um crescimento. O volume de negócios cresceu de 17,9 milhões de euros em 2007 para 19,1 milhões de euros em 2009, um aumento na ordem dos 6,7 %.

A figura seguinte ilustra a evolução do volume de negócios na Indústria Têxtil e seus subsectores, no período 2007-2009.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística

Figura 8 – Evolução histórica da Indústria Têxtil, quanto ao volume de negócios, no período 2007-2009

## NÚMEROS DO SECTOR

O quadro seguinte apresenta um resumo da informação apresentada anteriormente relativa às empresas, trabalhadores e volumes de negócios da Indústria Têxtil nacional, adicionando os resultados encontrados para o Valor Acrescentado Bruto (VAB) e para a Produção, no ano de 2009.

Como se pode ver, a CAE 13 9 - Fabricação de outros têxteis, é aquela onde mais empresas operam, onde mais trabalhadores cumprem funções e a que apresenta maiores volumes de negócios, valor acrescentado e produção.

De salientar, no entanto, a dimensão proporcional da CAE 13 1 - Preparação e fiação de fibras têxteis, que representa apenas 4% das empresas da Indústria Têxtil mas emprega 8,1% dos trabalhadores e gera um volume de negócios também na casa dos 8%, e da CAE 13 2 - Tecelagem de têxteis, que representa 8,1% do tecido empresarial mas emprega mais de 20% dos trabalhadores e é responsável por 20,3% do volume de negócios.

Em 2009, havia 3 620 empresas a operar na Indústria Têxtil, empregando 48 217 pessoas, enquanto o volume de negócios atingiu os 2 518 milhões de euros, o VAB os 735 milhões de euros e a produção os 2 431 milhões de euros.

Quadro 2 – Números da Indústria Têxtil, em 2009

CAE	Empresas		Pessoal Serviço		Volume Negócios		VAB		Produção	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
13 1	144	4,0	3 908	8,1	202 303 166	8,0	52 987 764	7,2	190 357 317	7,8
13 2	293	8,1	9 848	20,4	511 434 845	20,3	148 012 617	20,1	511 197 908	21,0
13 3	468	12,9	9 110	18,9	349 724 536	13,9	132 704 639	18,1	346 963 700	14,3
13 9	2 715	75,0	25 351	52,6	1 454 624 336	57,8	401 554 777	54,6	1 382 872 962	56,9
<b>TOTAL</b>	<b>3 620</b>	<b>100</b>	<b>48 217</b>	<b>100</b>	<b>2 518 086 883</b>	<b>100</b>	<b>735 259 797</b>	<b>100</b>	<b>2 431 391 887</b>	<b>100</b>

Fonte: Instituto Nacional de Estatística

## 2.3. Análise SWOT

<p><b>PONTOS FORTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Proximidade geográfica e cultural de Portugal com o mercado europeu;</li> <li>↘ Tradição têxtil;</li> <li>↘ Conhecimento forte da produção, processos, produtos e mercados;</li> <li>↘ Bom-nome e reconhecida qualidade dos produtos nacionais;</li> <li>↘ Experiência do pessoal em funções que necessitam de longa formação profissional;</li> <li>↘ Grande esforço de modernização de equipamento em empresas de topo;</li> <li>↘ Possibilidade para a inovação usando tecnologias novas;</li> <li>↘ Crescimento na procura de pessoal qualificado.</li> </ul>	<p><b>PONTOS FRACOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Falta de infra-estruturas (as existentes são de fraca dimensão);</li> <li>↘ Empresas de pequena dimensão;</li> <li>↘ Fraca aposta na própria marca;</li> <li>↘ Mão-de-obra pouco qualificada;</li> <li>↘ Fraca capacidade estratégica e deficiências em aptidões básicas, como o “marketing”;</li> <li>↘ Falta de cooperação vertical e horizontal;</li> <li>↘ Dependência da subcontratação;</li> <li>↘ Especialização em produtos com baixo valor acrescentado.</li> </ul>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Aposta em produtos diferenciados;</li> <li>↘ Aproveitamento das economias externas (cooperação inter-empresarial);</li> <li>↘ Produção mais flexível e orientada para produtos de maior valor acrescentado;</li> <li>↘ Nichos de mercado para produtos com qualidade e “design”;</li> <li>↘ Crescimento da procura de produtos de maior valor acrescentado fora da Europa;</li> <li>↘ Estabelecimento de parcerias com clientes e fornecedores;</li> <li>↘ Utilização das novas tecnologias de informação e comércio electrónico;</li> <li>↘ Novas oportunidades de negócio em economias emergentes.</li> </ul>	<p><b>AMEAÇAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Países emergentes apresentam nos mercados europeus produtos a preços consideravelmente inferiores, com qualidade e prazos de entrega cada vez mais competitivos;</li> <li>↘ Dependência externa do fornecimento das matérias-primas e de equipamento utilizando tecnologias avançadas;</li> <li>↘ Concorrência dos países desenvolvidos nos segmentos de mercado de média e alta gama;</li> <li>↘ Mudança na mentalidade do consumidor;</li> <li>↘ Dificuldade em atrair e reter novos talentos.</li> </ul>

## 3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE FABRICO

### 3.1. Indústria algodoeira

O processo produtivo da indústria algodoeira compreende três grandes áreas: **fiação**, **tecelagem** e **ultimação**. Seguidamente descrevem-se os diversos processos mais pormenorizadamente.



#### Fiação

A fiação é o conjunto de operações necessárias à transformação de fibras têxteis em fios. As operações que fazem parte do processo de fiação reúnem-se nos seguintes grupos:

##### ↳ Preparação à fiação

A preparação à fiação é constituída pelas operações de limpeza ou depuração e preparação.

##### ↳ Fiação propriamente dita

É o último estágio do processo de produção de fio através da aplicação simultânea de estiragem e torção.

##### ↳ Bobinagem

A bobinagem é necessária para transferir o fio de um determinado tipo de suporte para outro com características mais adequadas ao processo de urdissagem e/ou de tecelagem. Efectua-se normalmente a depuração e pode eventualmente lubrificar-se o fio.

##### ↳ Retorção

Esta operação efectua-se em máquinas denominadas retorcedores e efectua-se para obter um fio retorcido com maior resistência ou por motivos puramente relacionados com o aspecto desejado no artigo final tecido (motivos estéticos).

##### ↳ Vaporização / Humidificação

A vaporização tem por objectivo estabelecer simultaneamente a humidade relativa pretendida para o fio e estabilizar a tensão acumulada no fio, resultante da introdução de torção na fiação ou na retorção. Esta operação visa o relaxamento do fio, por forma a que este nas operações subsequentes não tenda a enrolar-se sobre si mesmo (na linguagem corrente, encarapinhar).

#### Tecelagem

A tecelagem tem por objectivo a construção do tecido. Para tal, existe todo um conjunto de operações, destinadas a:

- Preparar a teia, isto é, a componente longitudinal de um tecido;
- Preparar a trama, isto é, a componente transversal de um tecido;
- Entrecruzar os fios da trama com os fios da teia.

A Tecelagem, genericamente, agrupa-se em três grandes fases:

### ↳ Preparação da tecelagem

Esta fase é constituída pelas operações de bobinagem, urdissagem, engomagem e de montagem da teia.

### ↳ Tecelagem propriamente dita

Esta fase corresponde ao entrelaçamento dos fios da teia com os fios da trama, originados pelos movimentos da máquina de tecer.

### ↳ Revista/ Inspeção do Tecido

Trata-se de uma operação de inspeção do tecido em cru (após tecelagem), inserida no controlo da qualidade do tecido, onde se procede à identificação, classificação e rastreabilidade dos defeitos.

## Ultimação

A **ultimação têxtil ou enobrecimento têxtil** é o conjunto de operações a que um “substrato” é submetido após a seu fabrico até estar pronto para a confecção. Estas operações dividem-se em:

### ↳ Tratamento Prévio ou Preparação

Conjunto de operações a que um artigo é submetido por forma a estar apto a ser tingido, estampado ou a receber um acabamento.

#### » Gasagem/Chamuscagem

Operação para eliminação de fibras da superfície do material têxtil, por meio de queima.

#### » Desencolagem

Operação para eliminação do agente encolante.

A encolagem é uma operação fundamental no subsector do Algodão, no entanto, o agente encolante adicionado ao fio nesta operação tem de ser retirado antes das operações de tingimento, por forma a garantir a uniformidade do mesmo. Os tipos mais comuns de agentes encolantes são o amido e seus derivados, o álcool polivinílico (PVA), a celulose metil carboxilica (CMC), o ácido poliacrílico (PAA) entre outros, sendo o amido o mais utilizado. O amido é removido por degradação sob a acção de oxidantes, ácidos, bases ou enzimas, não sendo por isso recuperável. Os outros tipos de agentes encolantes, apesar de mais caros, são mais ou menos recuperáveis.

#### » Mercerização/Caustificação

Tratamento alcalino do material têxtil com o objectivo de melhorar as propriedades físico-químicas da fibra (brilho, aumento da afinidade por corante, estabilidade dimensional etc.). A diferença básica entre a mercerização e caustificação é que a primeira trabalha com maior concentração de base, sob tensão e em equipamento específico (mercerizadeira).

#### » Fervura

Operação para determinar o ponto de máximo de encolhimento do artigo.

#### » Branqueamento

Operação para remoção da coloração amarelada (natural) do material têxtil.

#### » Termofixação

Operação destinada a fixar as dimensões de um artigo.



↳ **Tingimento**

Operação destinada a colorir uniformemente o substrato têxtil.

↳ **Estampagem**

Consiste na aplicação dum motivo colorido no material têxtil.

↳ **Acabamento**

Efectuado após a preparação, tingimento ou estampagem, destina-se a tornar o substrato têxtil mais adequado ao fim a que se destina.

Os **acabamentos químicos** permitem conferir diversas características finais ao tecido, podendo conferir maior estabilidade, melhorias de aspecto e toque ou melhorias da resistência a agressões externas.

Conforme o efeito final pretendido podem ser aplicados: produtos de carga, amaciadores, resinas termoplásticas, termoendurecíveis, produtos de hidrofobação, produtos oleófilos, produtos de ignifugação, produtos biocidas, produtos anti-traça, produtos anti-estáticos e acabamentos anti-feltragem.

A aplicação dos diversos produtos de acabamento, dependendo da forma de aplicação e das variáveis e ela inerentes, da sua compatibilidade e do tipo de base de trabalho, poderá ser feita conjuntamente ou em separado e poderá ainda estar associada a um acabamento mecânico.

Os **acabamentos mecânicos** dos tecidos compreendem as operações de cardação, esmerilagem, perchagem, tesouragem, laminagem, decatissagem, calandragem, encolhimento por compressão e secagem, podendo em alguns casos ter uma componente química associada, processando-se genericamente em contínuo.

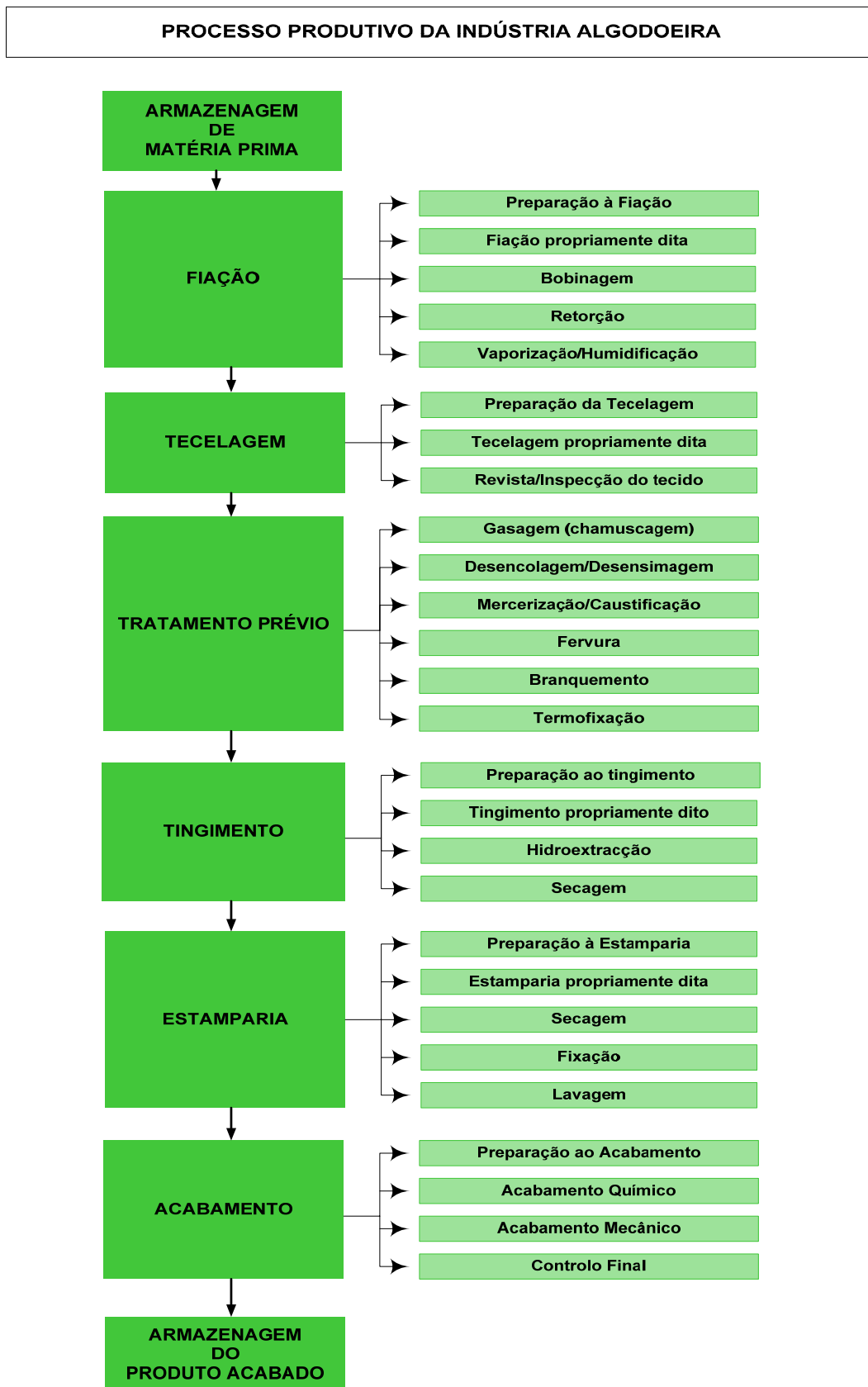


Figura 9 - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria algodoeira

## 3.2. Indústria da cordoaria

A Indústria da Cordoaria compreende três subsectores: cordoaria de sintéticos, cordoaria de sisal e cordoaria de redes.



### 3.2.1. Cordoaria de sintéticos

A cordoaria de sintéticos engloba os seguintes processos:

#### ↳ Preparação

A preparação consiste na dosagem e mistura dos granulados de matéria-prima e aditivos, consoante o produto que se pretende fabricar.

#### ↳ Extrusão

Consiste em transformar a matéria-prima em forma de grânulos com os seus aditivos em fibra. Considera-se como fibra todo o produto resultado da extrusão, seja ele na forma de monofilamento, de fita, ou outra.

#### ↳ Fiação

A fiação tem por objectivo a transformação da fibra em fio. O conceito de fio nesta indústria, tal como já foi referido, é um produto que pode ser torcido ou entrançado, e com diâmetro inferior a 4mm. No caso de fabricação de fios agrícolas grossos e médios, a extrusão faz-se segundo uma tecnologia moderna, em linha, terminando num fio singelo torcido e bobinado.

#### ↳ Execução de Cordas e Cabos

Tal como os fios, as cordas e cabos podem ser de dois tipos. Podem ser torcidos ou entrançados. Para a execução do cordão, as bobines de fio, são colocadas numa esquinadeira fazendo passar cada fio por um orifício de um distribuidor. É este distribuidor que vai permitir distribuir os fios de uma forma ordenada para constituir o cordão.

#### ↳ Acabamento de Cordoaria

Designa-se por acabamento da cordoaria todas as operações para colocar o fio e a corda na forma especificada pelo cliente, e efectuar a sua embalagem.

### 3.2.2. Cordoaria de sisal

A cordoaria de sisal engloba os seguintes processos:

#### ↳ Preparação

A linha de preparação divide-se em duas grandes operações. A primeira operação consiste na junção de fibras descontínuas de sisal e na adição de uma emulsão, a qual contém tratamento e anilinas para tratar e dar coloração ao sisal.

Transforma-se, assim, o sisal comprado em forma de fardos, numa primeira fita grosseira.

A segunda operação, também efectuada em assedadeiras, consiste em várias passagens de assedagem para regularizar e homogeneizar a fita de sisal, e reduzir a sua grossura.

### ↳ Fiação

A fiação à semelhança da fiação da indústria de lanifícios, consiste em transformar a fita acabada em fio através da aplicação de estiragem e torção.

### ↳ Execução de Corda

A execução de corda de sisal segue duas tecnologias, a tradicional, efectuada em duas operações separadas, e a moderna efectuada numa só máquina.

### ↳ Acabamento da Cordoaria

Contemplam as operações para colocar o fio e a corda na forma especificada pelo cliente, e efectuar a sua embalagem.

## 3.2.3. Cordoaria de redes

A cordoaria de redes engloba os seguintes processos:

### ↳ Preparação da Tecelagem

Destina-se a colocar o fio das bobines e das canelas na esquinadeira do tear.

### ↳ Tecelagem Propriamente Dita

A tecelagem consiste no entrelaçamento dos fios provenientes das bobines com os provenientes das canelas, resultando nós, originados pelos movimentos do tear de redes.

### ↳ Inspeção/ Reparação

Depois de tecidas, as redes são inspeccionadas e são reparados os nós em falso e demais defeitos (buracos, fios de cor, espessura e construção diferentes do fio utilizado na sua construção, etc). Trata-se de uma operação manual, delicada e morosa.

### ↳ Fixação de Nós

O processo de fixação térmica, consiste em submeter a rede tencionada à acção de calor com vapor ou não, a uma temperatura que pode variar entre os 100°C e os 140°C, consoante a composição da rede. O processo de fixação químico faz-se através do uso de resinas. Trata-se de um processo em contínuo com a tecelagem, ou seja, a aplicação de resinas é feita logo à saída dos teares.

### ↳ Acabamentos

A operação de acabamentos consiste em trabalhar os vários panos de rede, cortando-os, unindo-os e confeccionando-os, antes e depois de termofixados, consoante a sua aplicação final.

Na figura seguinte apresenta-se um diagrama da indústria de cordoaria.

PROCESSO PRODUTIVO DO SUBSECTOR DE CORDOARIA E REDES

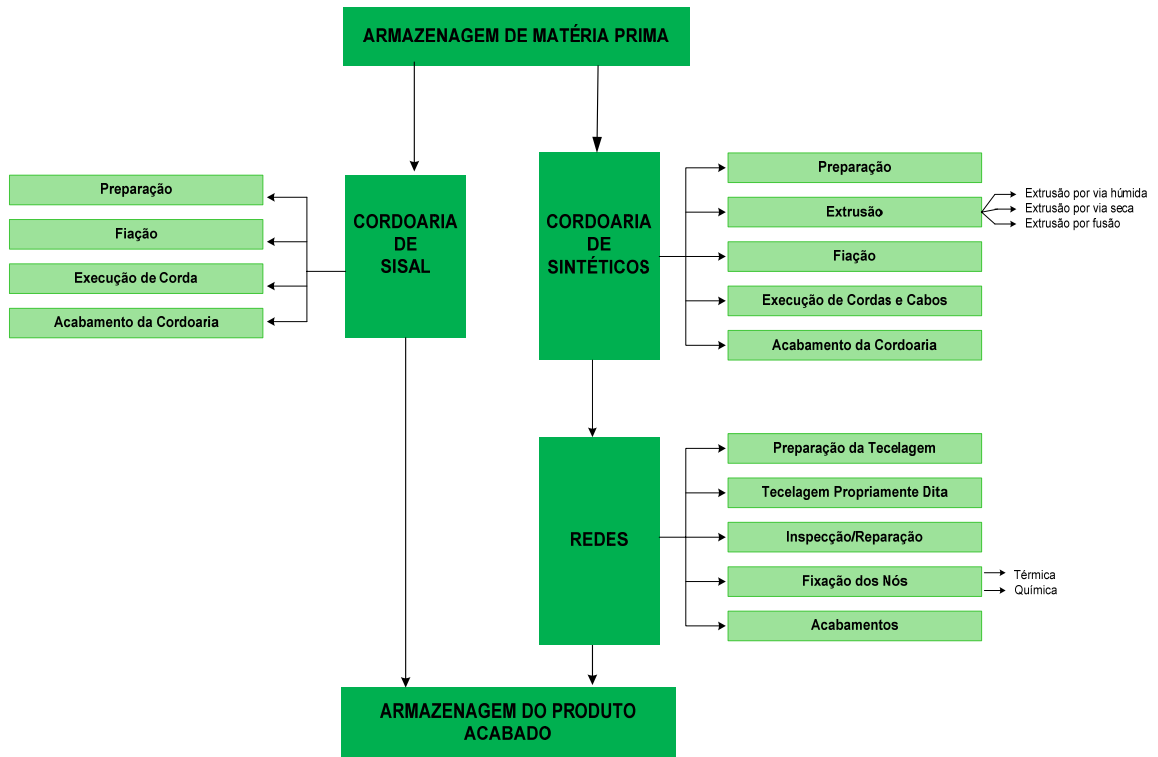


Figura 10 - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria de cordoaria

### 3.3. Indústria de lanifícios



A indústria de lanifícios compreende os seguintes processos:

#### ↳ Lavagem e Penteação de Lãs

A lavagem e penteação englobam um conjunto de operações cujo objectivo é preparar a matéria-prima (lã) para ser processada em qualquer um dos três sistemas de fição existentes: fição de cardado, fição de penteado ou fição de semi-penteado.

#### ↳ Fiação de Cardado

O processo de fiação de cardado é o mais curto dos processos de fiação de fibras longas. Deste processo resulta um fio com um baixo grau de orientação das fibras. Este baixo grau de paralelismo das fibras ao longo do fio, confere-lhe um aspecto algo irregular e veluminoso o que faz com que os fios produzidos sejam normalmente aplicados em artigos de inverno.

#### ↳ Fiação de Penteado

O processo de fiação de penteado é o mais longo dos processos de fiação de fibras longas. Deste processo resulta um fio com elevado grau de orientação das fibras, o que permite obter títulos bastante finos. Os fios penteados destinam-se essencialmente à produção de tecido para vestuário exterior.

#### ↳ Acabamento de Fios

O processo de acabamento de fios encontra-se associado a todos os processos de fiação (cardado, semi-penteado e penteado). Estas operações são indispensáveis para conferir aos fios propriedades mecânicas e estéticas adequadas às etapas seguintes do processamento têxtil. O acabamento de fios está normalmente segmentado em quatro operações (vaporização, bobinagem, junção e retorção). Contudo, a sequência destas operações não é fixa, dependendo do tipo de fio, composição, propriedades mecânicas e aplicação futura.

#### ↳ Tecelagem

A tecelagem tem por objectivo a construção do tecido. Para tal existe um conjunto de operações destinadas a preparar a teia e a trama, para posteriormente encruzar os fios da trama com os fios da teia.

#### ↳ Tinturaria

A tinturaria tem como finalidade conferir à fibra uma cor uniforme em toda a sua extensão. O tingimento permite dar aos têxteis um aspecto mais agradável, respondendo às necessidades da moda e ao fim a que a peça se destina. O processo de tingimento desenvolve-se em quatro etapas: preparação ao tingimento; tingimento, hidroextração e secagem.

#### ↳ Ultimação

A ultimação ou enobrecimento tem por objectivo conferir aos tecidos propriedades e características válidas quer do ponto de vista estético quer do ponto de vista funcional, satisfazendo as necessidades dos clientes e de forma particular as exigências técnicas da indústria de confecção. Para assegurar os requisitos da ultimação é necessário passar o tecido por uma sequência de operações complexas para eliminar as substâncias estranhas do tecido, desenvolver as características do tecido nas componentes toque e aspecto e conferir ao tecido propriedades que assegurem um bom comportamento na confecção e durante o uso da peça.

Na figura seguinte apresenta-se um diagrama da indústria de lanifícios.

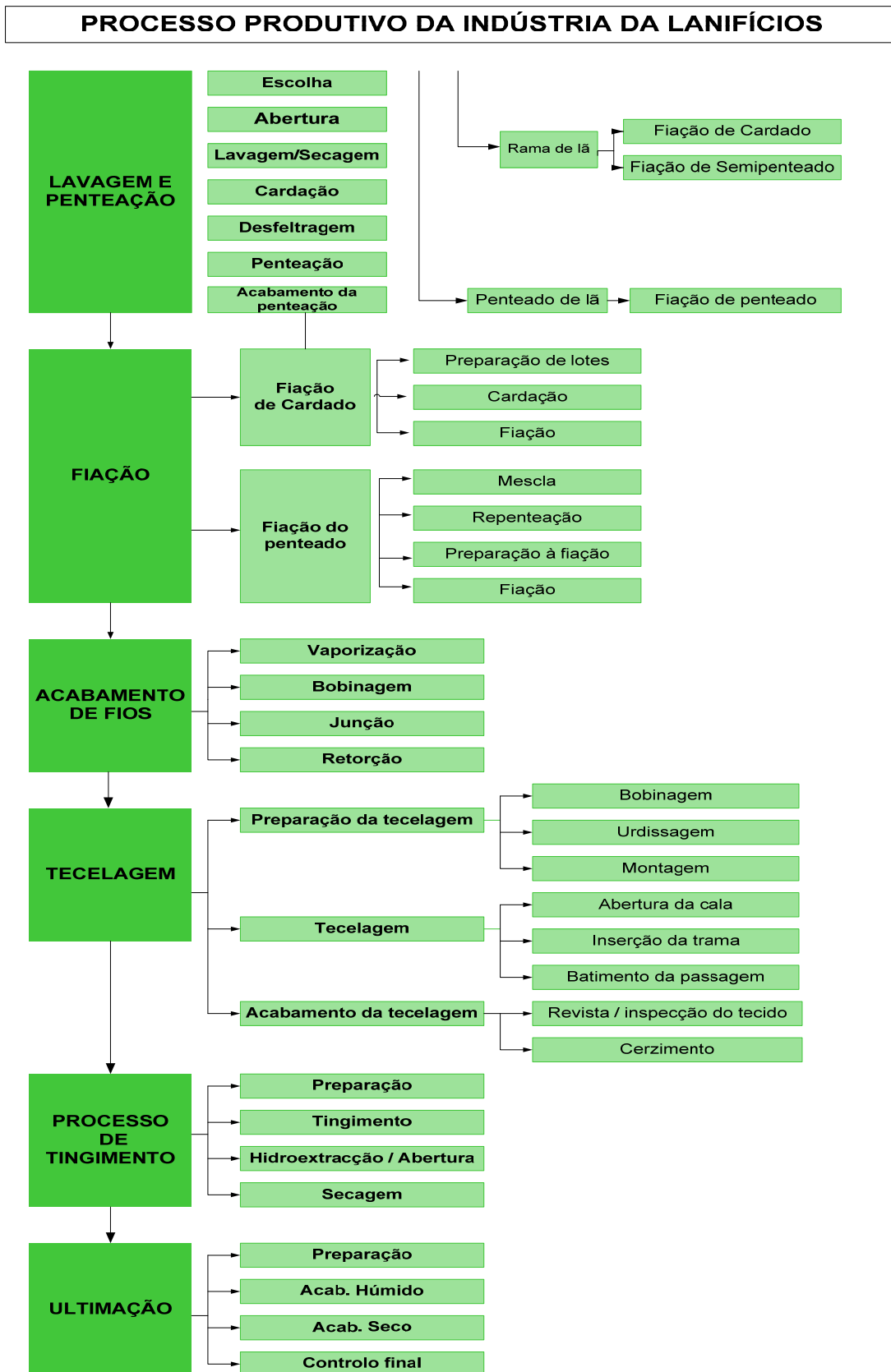


Figura 11 - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria de lanifícios

## 3.4. Indústria de malhas

O subsector de malhas engloba um conjunto de operações cujo objectivo é produzir malhas. Estas podem ser produzidas essencialmente de duas formas, designando-se por malhas de trama e malhas de teia. Assim, malhas de trama são todas as malhas produzidas no sentido transversal a partir de um ou mais fios de trama.



Malhas de teia são todas as malhas produzidas no sentido longitudinal a partir de um conjunto de fios de teia.

De seguida, faz-se uma descrição do respectivo processo produtivo.

### Tricotagem (etapas)

#### ↳ Preparação

A preparação engloba um conjunto de operações como bobinagem, urdissagem, montagem, afinação do tear e programação dos desenhos. No entanto, não quer isto dizer que todas estas operações existam na mesma empresa de malhas.

#### ↳ Tricotagem

A tricotagem consiste no entrelaçamento dos fios através de técnicas de formação de laçadas, originadas pelos movimentos das máquinas de tricotar.

#### ↳ Revista

O objectivo desta operação é registar e contar os defeitos, bem como classificá-los a fim de tomar medidas preventivas ao longo do processo produtivo, e evitar mais peças defeituosas. Consoante o produto da tricotagem, rolos de malha ou peças de malha, a forma e equipamento de inspecção é diferente.

### Ultimação

A ultimação têxtil ou enobrecimento têxtil é o conjunto de operações a que um “substrato” é submetido após o seu fabrico até estar pronto para a confecção. Pode dividir-se em:

#### ↳ Operação de Preparação

A etapa de preparação da malha consiste essencialmente na colocação das peças “em obra” e proceder à sua identificação segundo o fluxo produtivo a realizar. Por forma a otimizar a carga das máquinas, nesta operação procede-se também ao agrupamento das peças similares numa mesma carga, unindo-as através de costura.

#### ↳ Tinturaria

A tinturaria tem como objectivo conferir à fibra uma cor uniforme em toda a sua extensão, permitindo obter cores práticas sob o ponto de vista de uso, dar aos têxteis um aspecto mais agradável (valorizar os artigos) e dar resposta às necessidades da moda ou da tradição.



### ↳ Estamparia

A estampagem consiste na transferência de uma pasta colorida através de um intermediário (quadro plano/ rotativo) sobre o artigo têxtil. A pasta é depositada à superfície do substrato têxtil por meios mecânicos, de acordo com o desenho a estampar.

### ↳ Acabamentos

A fase de acabamentos tem por objectivo conferir aos artigos propriedades e características válidas quer do ponto de vista estético, quer do ponto de vista funcional, satisfazendo as necessidades do mercado e de uma forma particular as exigências técnicas da indústria da confecção.

Na figura seguinte apresenta-se um diagrama da indústria de malhas.

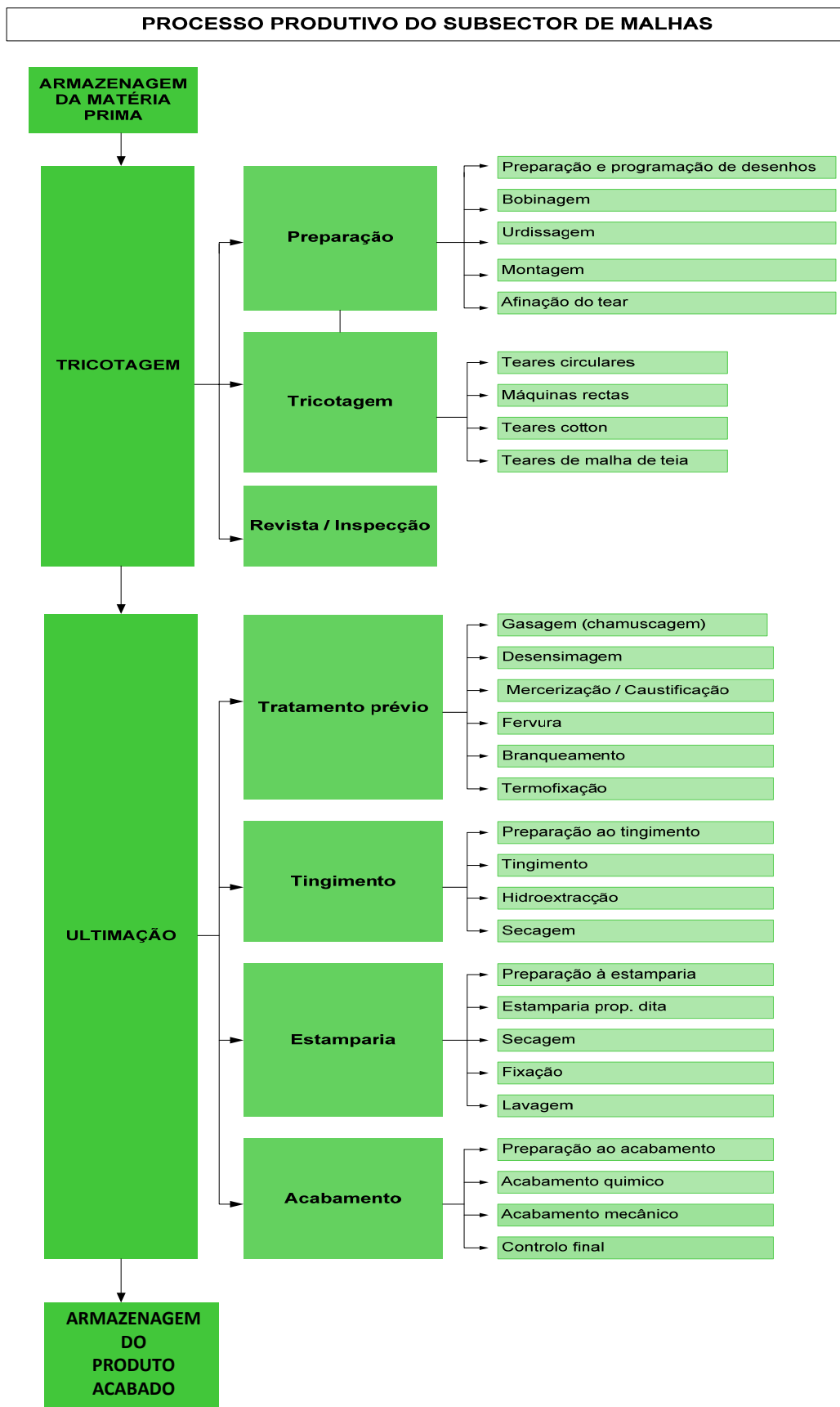


Figura 12 - Exemplo de um fluxograma produtivo de uma indústria de malhas

## 4. ASPECTOS E IMPACTES AMBIENTAIS

A implementação de legislação e normas ambientais cada vez mais restritivas e a criação de mercados mais competitivos exigem que as empresas sejam mais eficientes do ponto de vista produtivo e ambiental. O aumento da produção industrial deverá estar aliado a menor gasto, consumo e geração de poluentes.

Tendo a indústria têxtil associada **várias actividades** (e.g. tecelagem, estamperia tingimento, acabamentos químicos, entre outros) **consumidoras intensivas de recursos naturais (água, matérias-primas), energia, produtos químicos, entre outros, e geradoras de diversos impactes ambientais**, com o objectivo de minimizar os efeitos adversos no meio ambiente, devem ser **identificados, avaliados e classificados os seus aspectos ambientais**.

Segundo a NP EN ISO 14001:2004 (Sistemas de Gestão Ambiental), **Aspecto Ambiental** é definido como um "elemento das actividades, produtos ou serviços de uma organização que possa interagir com o Ambiente". **Impacte Ambiental** define-se como "qualquer alteração no Ambiente, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspectos ambientais de uma organização". Deste modo, pode considerar-se de forma simplificada que um aspecto ambiental é uma **Causa** e impacte ambiental o **Efeito**.

### 4.1. Identificação, avaliação e classificação dos aspectos ambientais

Apesar de não existir uma metodologia única para identificar os aspectos ambientais, a abordagem seleccionada pode, por exemplo, considerar:

	Emissões atmosféricas		Utilização de energia
	Efluentes Líquidos		Produção de ruído, vibrações, radiações
	Descargas no solo		Produção de resíduos e sub-productos
	Utilização de matérias-primas e recursos naturais (água)		Impacte visual, alteração da paisagem, uso do solo

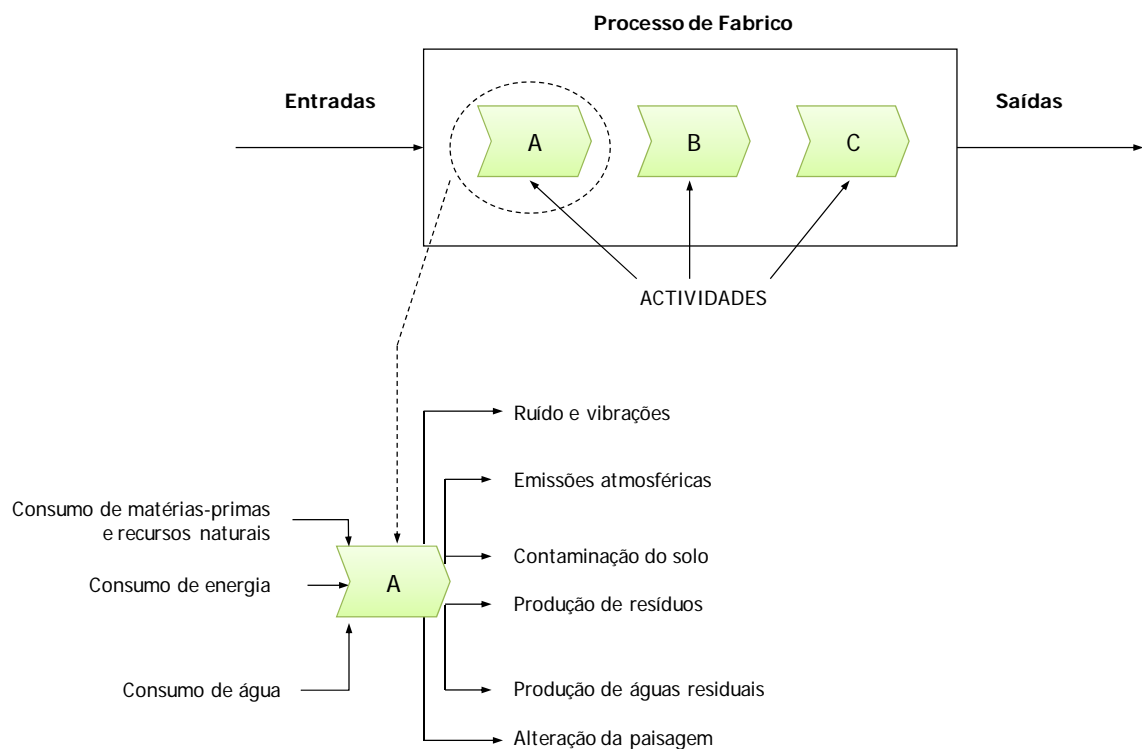
Adicionalmente aos **aspectos ambientais que podem ser controlados directamente na Organização**, deverão ser igualmente considerados os **aspectos que pode influenciar**, como por exemplo, os **relativos a bens e serviços utilizados** e aos **produtos e serviços fornecidos pela Organização**. Seguidamente apresentam-se algumas orientações para avaliar o controlo e a influência. No entanto, em qualquer circunstância cabe à Organização, determinar o grau de controlo, bem como os aspectos que pode influenciar. Assim sendo, além dos aspectos ambientais gerados **nos processos/actividades/tarefas** desenvolvidos pela Organização, deverão ter-se em consideração também os aspectos relacionados com:

- Concepção e desenvolvimento;

- A embalagem e o transporte;
- O desempenho ambiental e as práticas dos subcontratados e fornecedores;
- A gestão de resíduos;
- A extracção e distribuição de matérias-primas e recursos naturais;
- A distribuição, a utilização e o fim-de-vida de produtos;
- A fauna, a flora e a biodiversidade.

O controlo e influência sobre os aspectos ambientais de um produto fornecido a uma organização podem variar consideravelmente, em função da sua posição no mercado e dos seus fornecedores. Uma Organização que seja responsável pela concepção do seu próprio produto pode ter uma influência significativa sobre aqueles aspectos, modificando por exemplo, um único material de entrada, enquanto que uma organização que tenha de fornecer um produto de acordo com determinadas especificações externas poderá ter uma escolha muito limitada. (Fonte: NP EN ISO 14001:2006)

De forma a sistematizar o processo de identificação dos aspectos ambientais entende-se como **adequado a divisão da Organização nas suas principais actividades**. Esta abordagem, permite assim a separação em vários diagramas, nos quais serão analisados **os fluxos de “entradas” (consumos) e “saídas” (poluição)**, numa lógica que se baseia no conceito das partes constituírem o todo.



**Figura 13 – Fluxo de entradas e saídas por actividade da Organização**

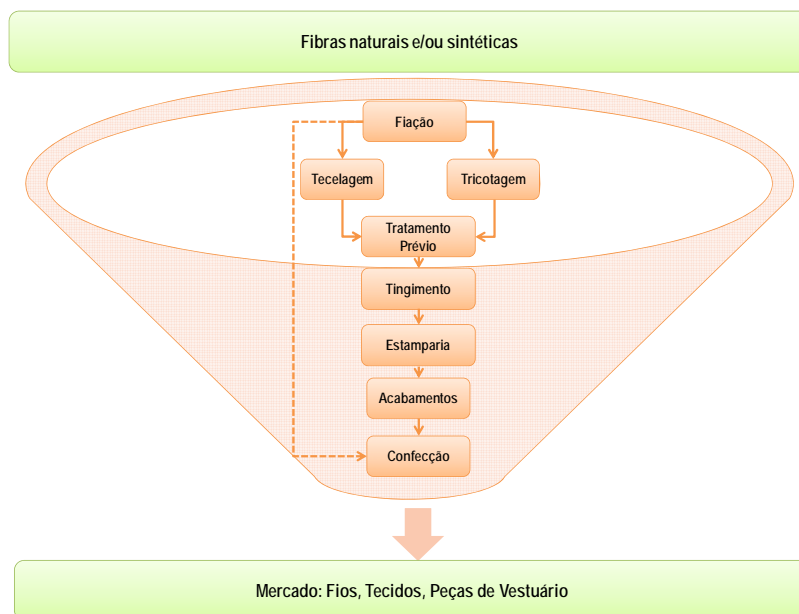
Com esta análise pode-se fixar um olhar técnico e crítico para aplicação de **acções de Produção + Limpa – P+L**, contribuindo para **o cumprimento de requisitos legais e a melhoria do desempenho ambiental do processo produtivo**.

Convém salientar que, para a identificação de aspectos e impactes ambientais deverá proceder-se à classificação das situações:

- » Normais (N): actividades frequentes;
- » Anormais (An): actividades poucos frequentes;
- » Emergência (E): situação que não deve ocorrer (ex: derrames, incêndios).

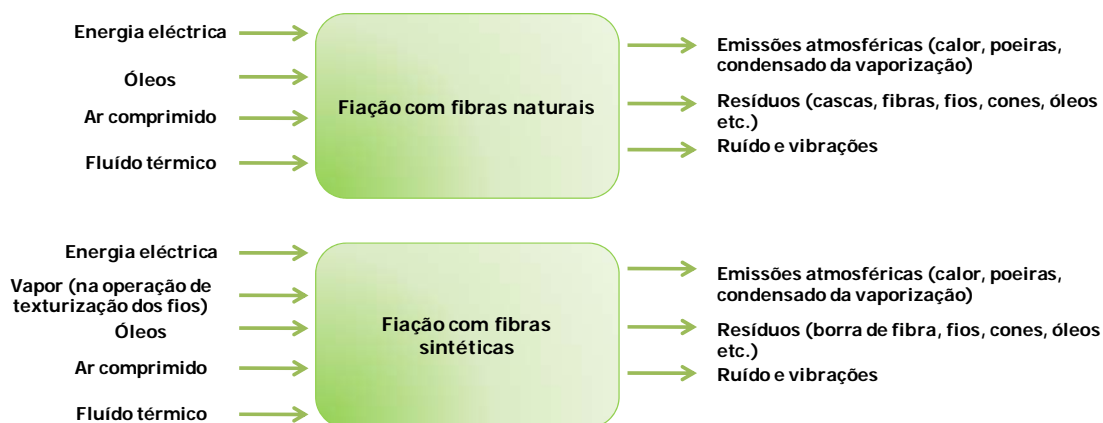
## 4.2. Aspectos ambientais associados à indústria têxtil

Não descurando as descrições do processo de fabrico dos vários subsectores da Indústria Têxtil, efectuadas no capítulo 3 do presente manual, neste subcapítulo destacam-se as etapas do processo produtivo a **partir da divisão das fibras têxteis, fiação, tecelagem e/ou malhas e enobrecimento dos fios/ tecidos e confecções**. Apresenta-se na ilustração seguinte, uma configuração simplificada da Cadeia Têxtil:

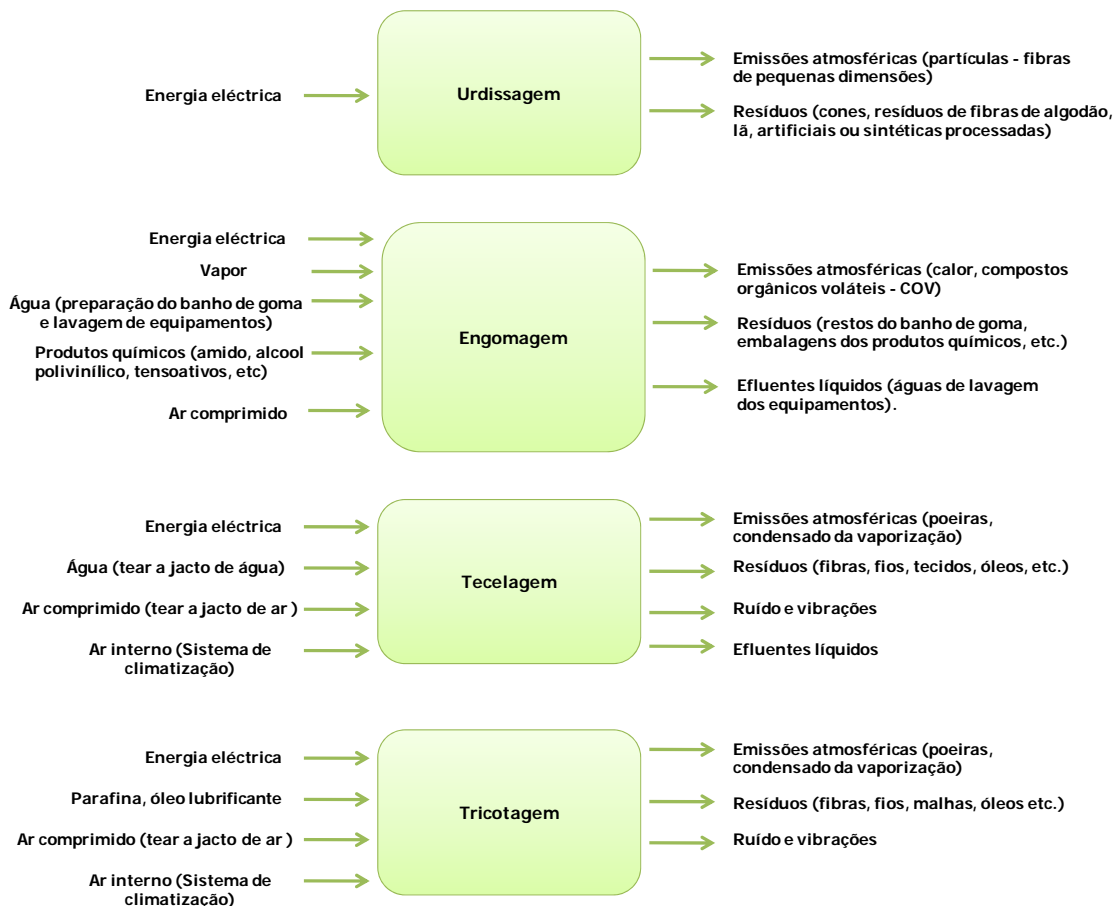


Assim sendo e de modo a exemplificar a **identificação de aspectos ambientais gerados nos vários subsectores da indústria têxtil**, nos diagramas seguintes descrevem-se diversas actividades desenvolvidas nos vários subsectores, com definição de fluxos de entradas (matérias-primas e auxiliares, água, energia) e fluxos de saídas (resíduos, emissões atmosféricas, águas residuais, ruído e vibrações).

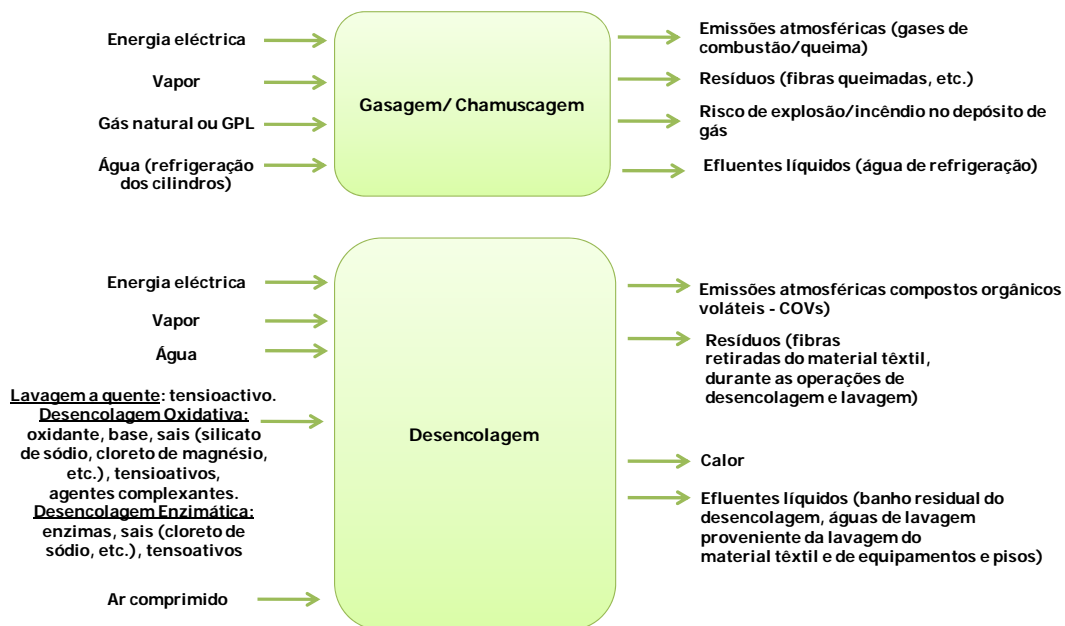
### 4.2.1. Fiação

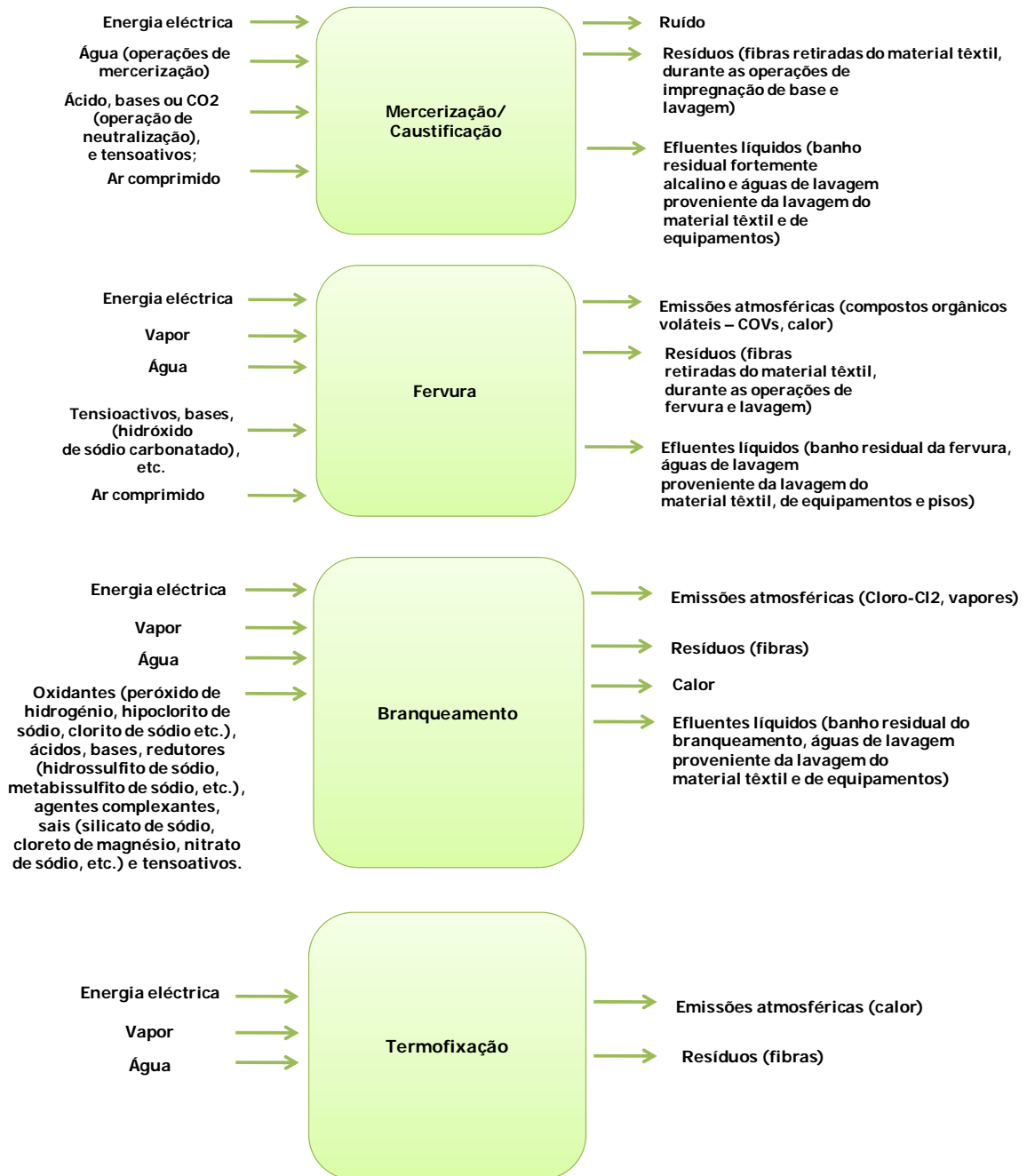


## 4.2.2. Tecelagem e tricotagem

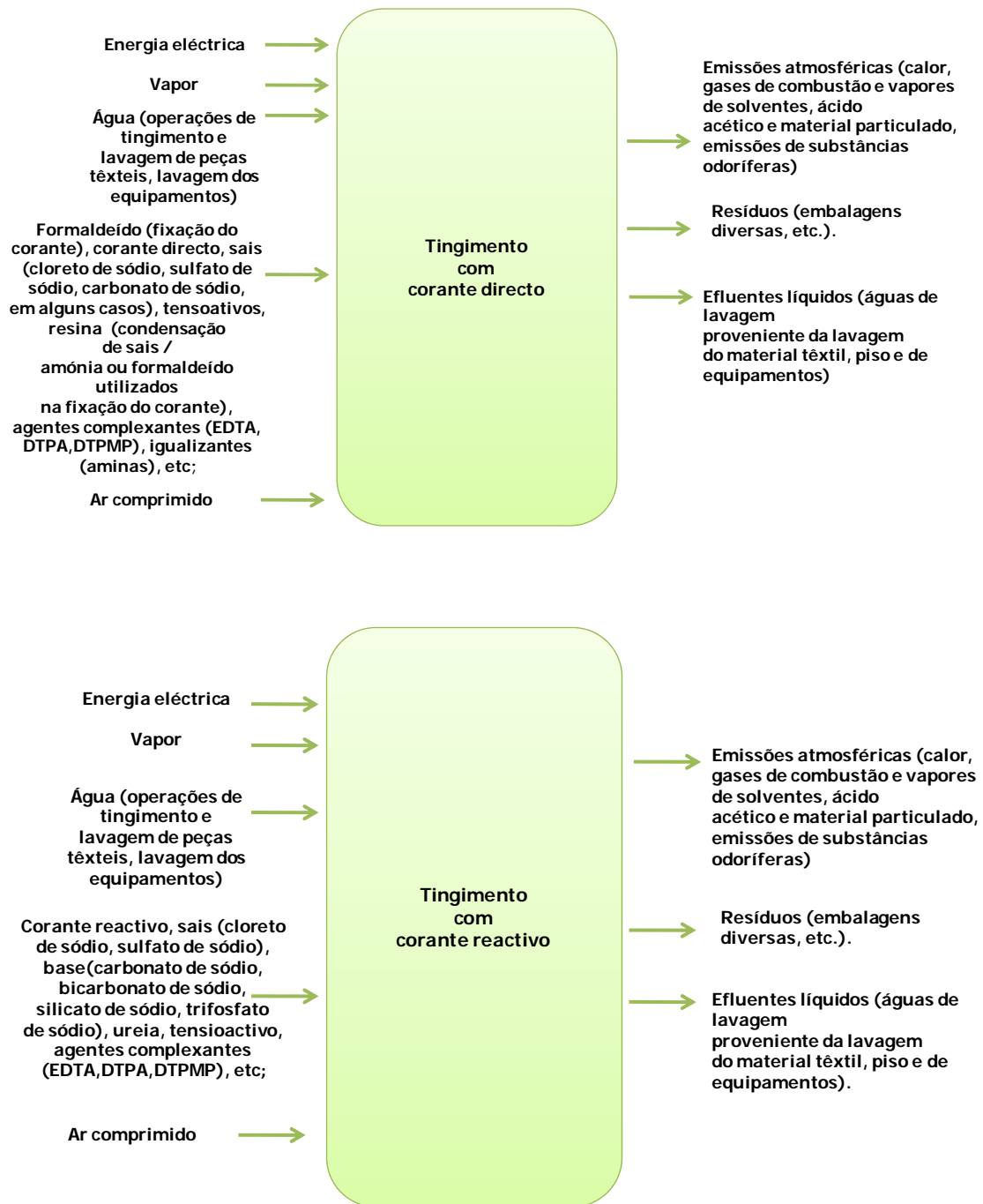


## 4.2.3. Tratamento prévio

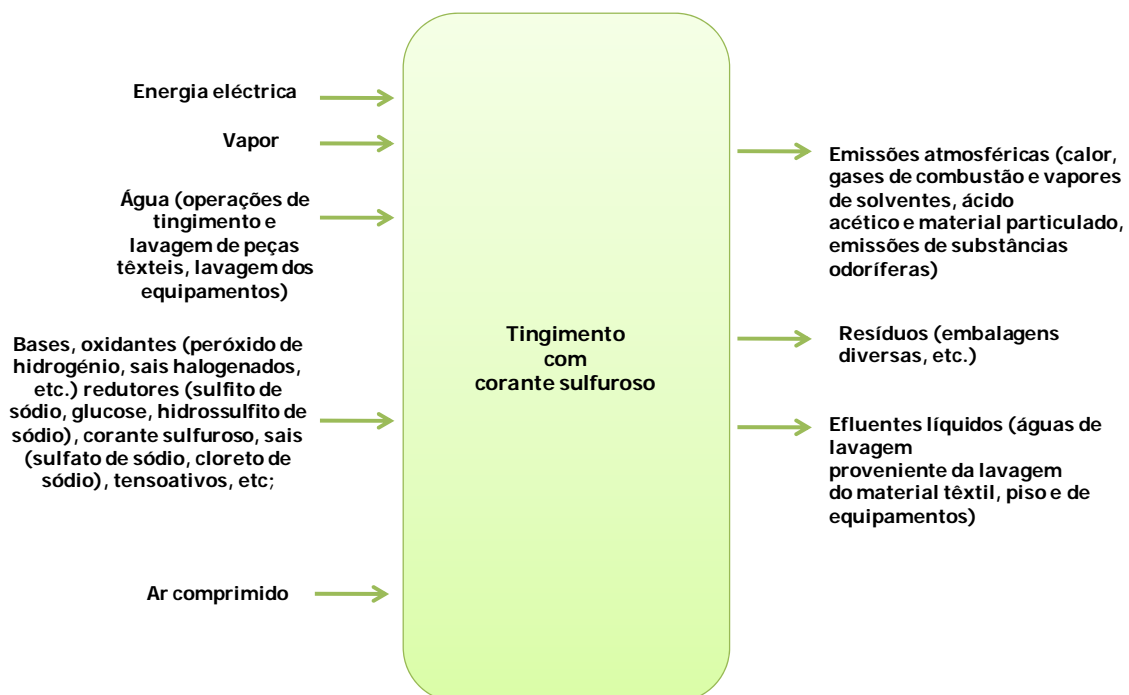
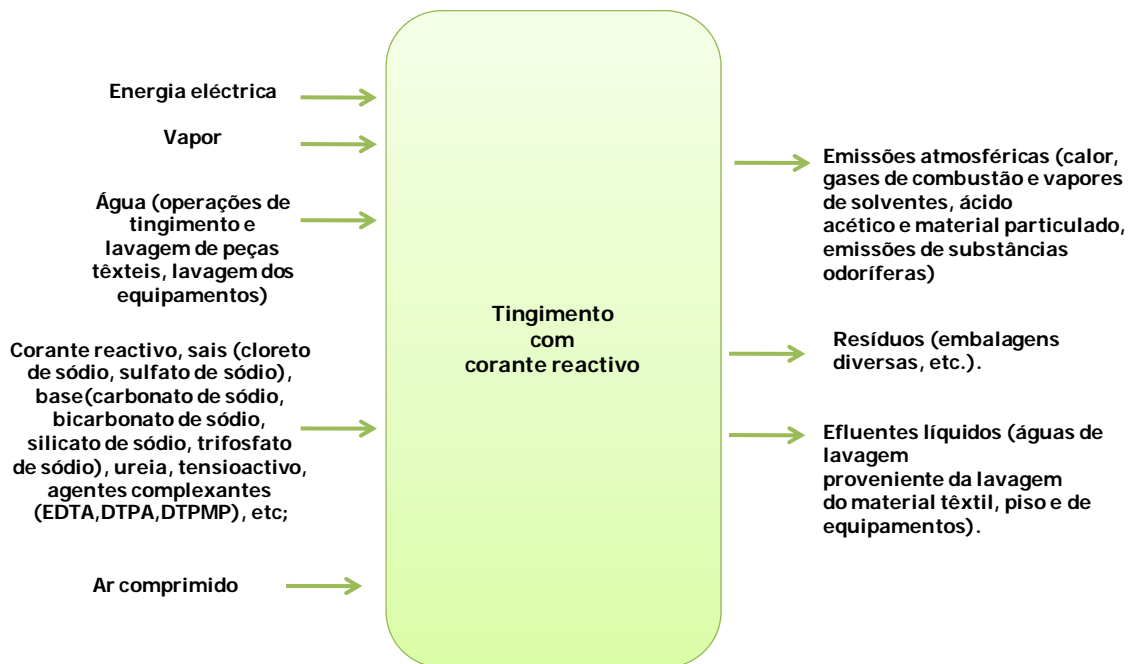


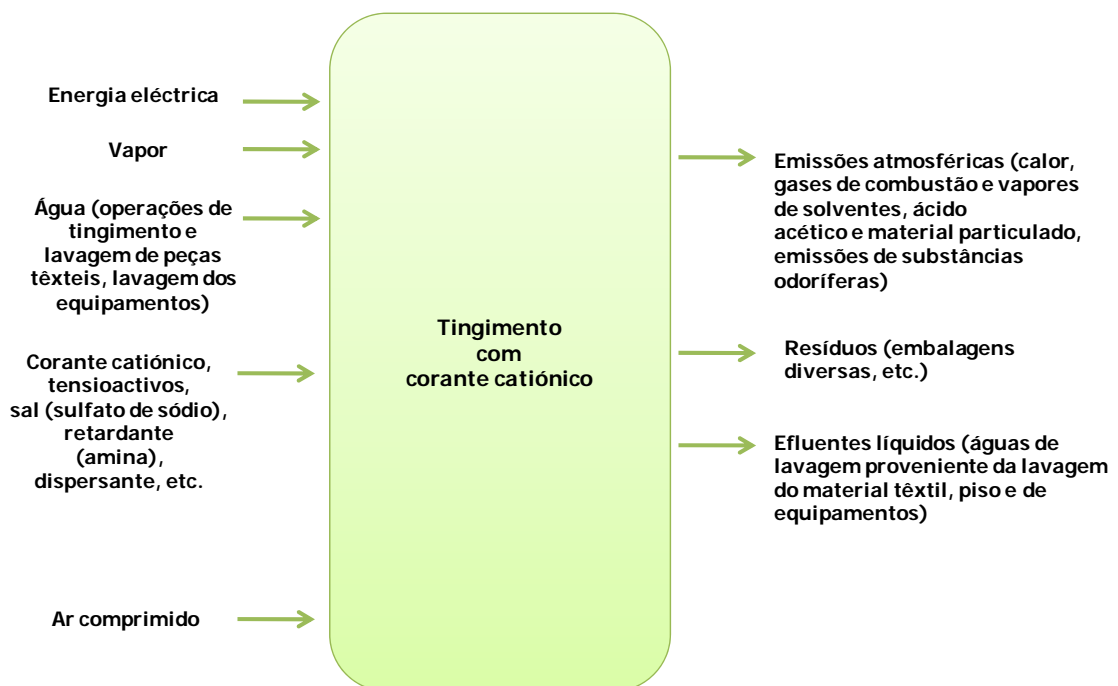
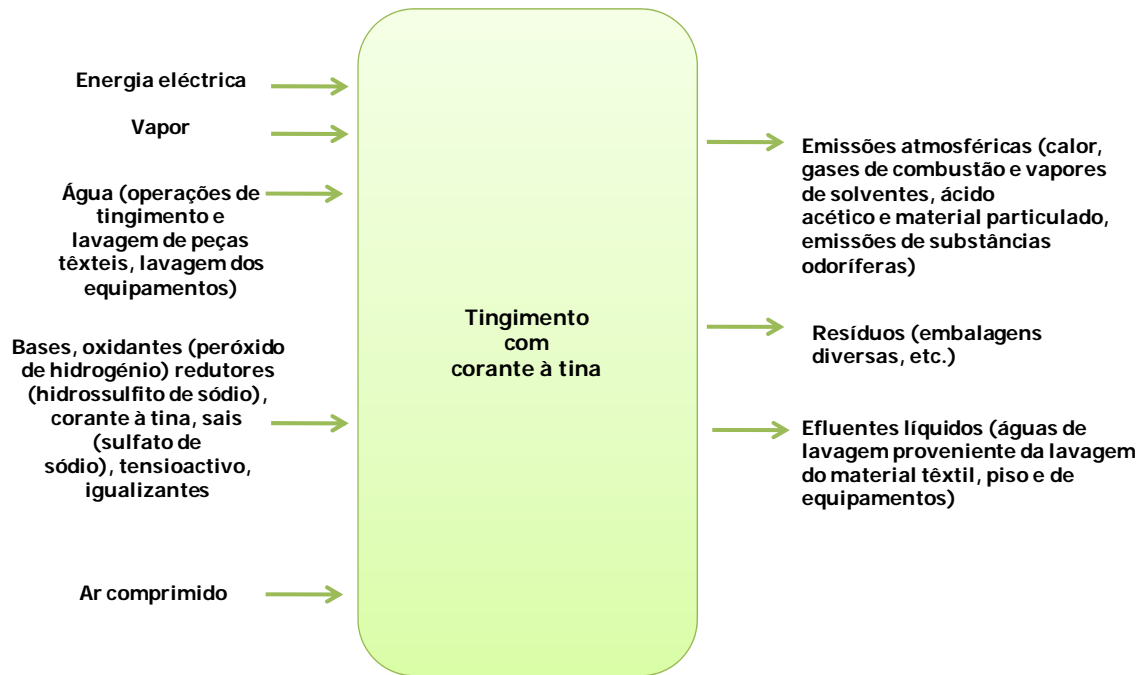


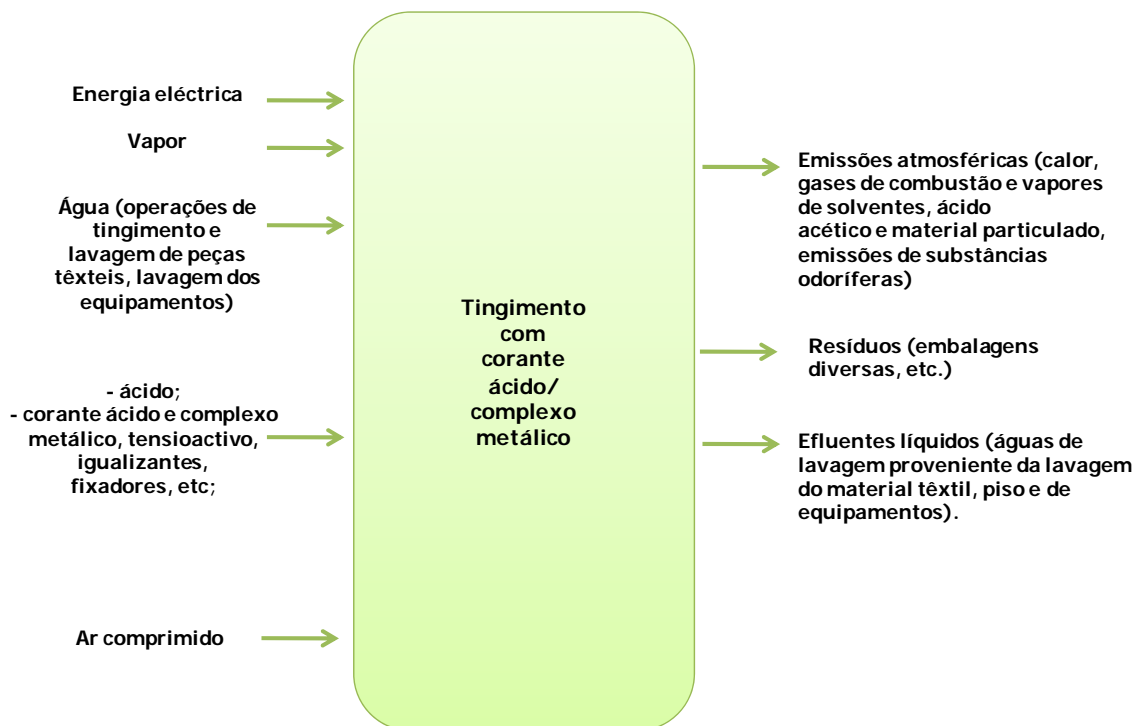
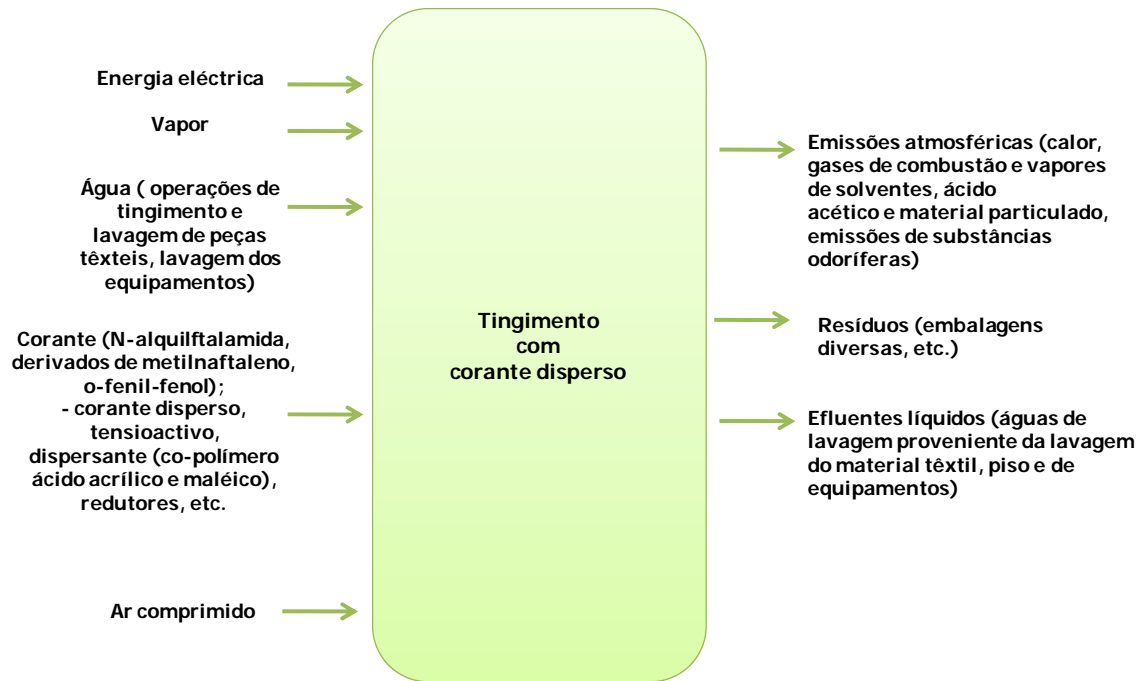
### 4.2.4. Tingimento



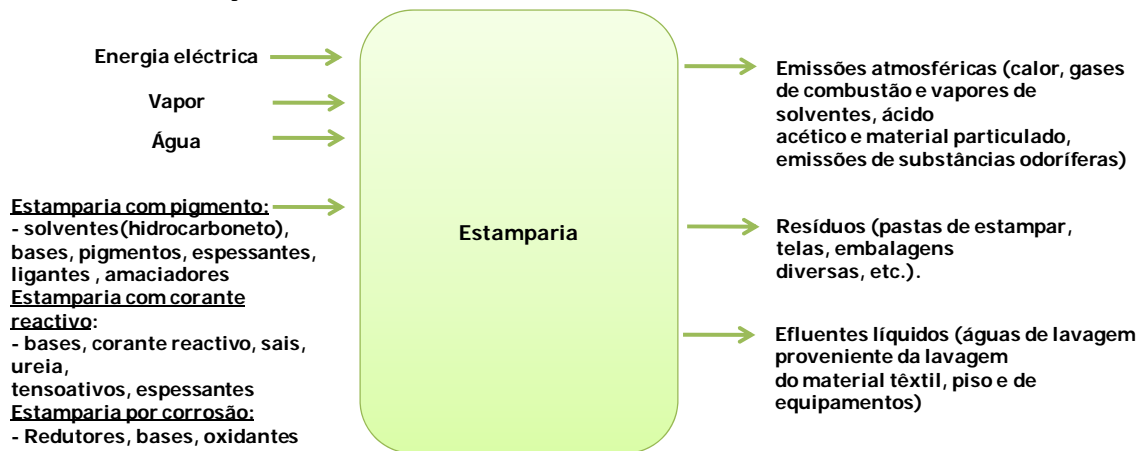




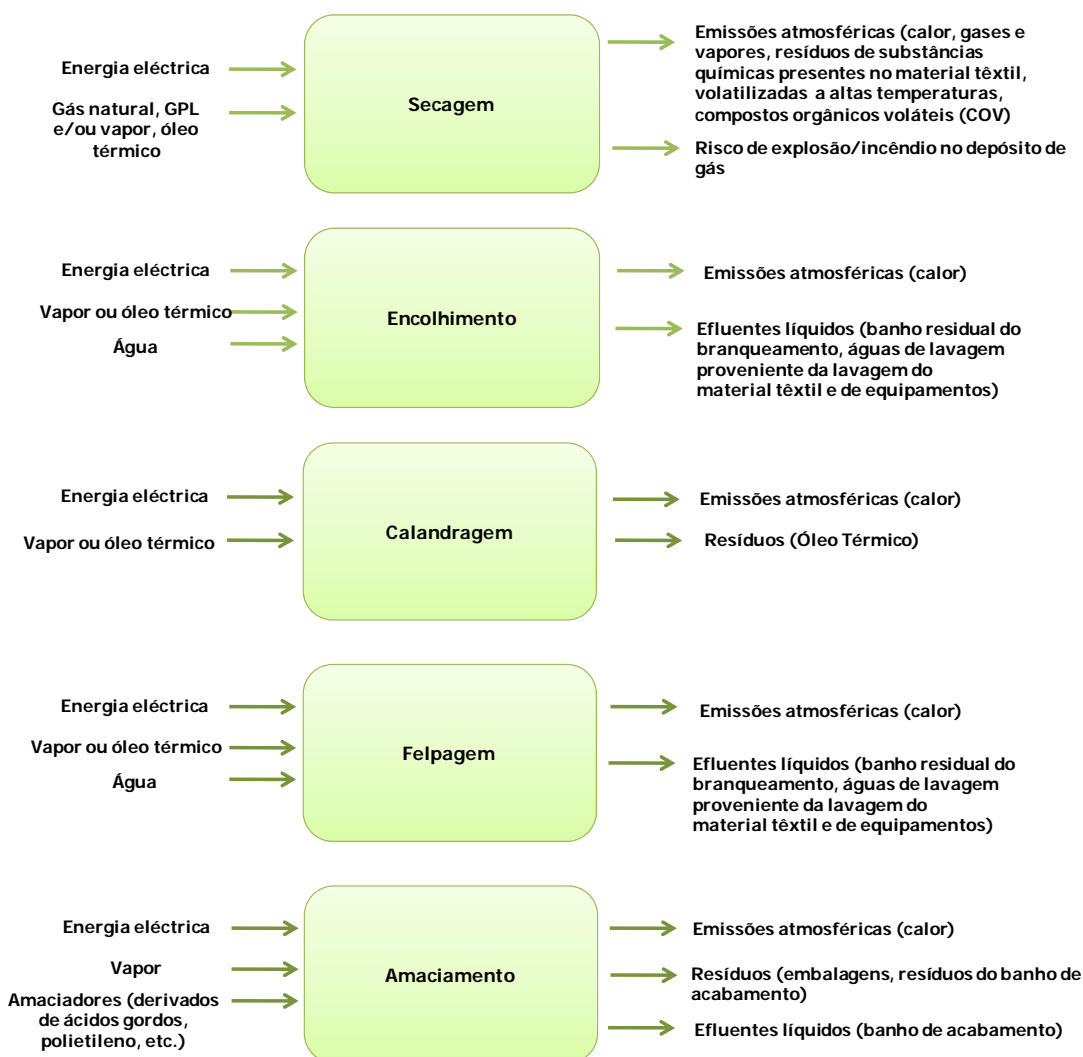




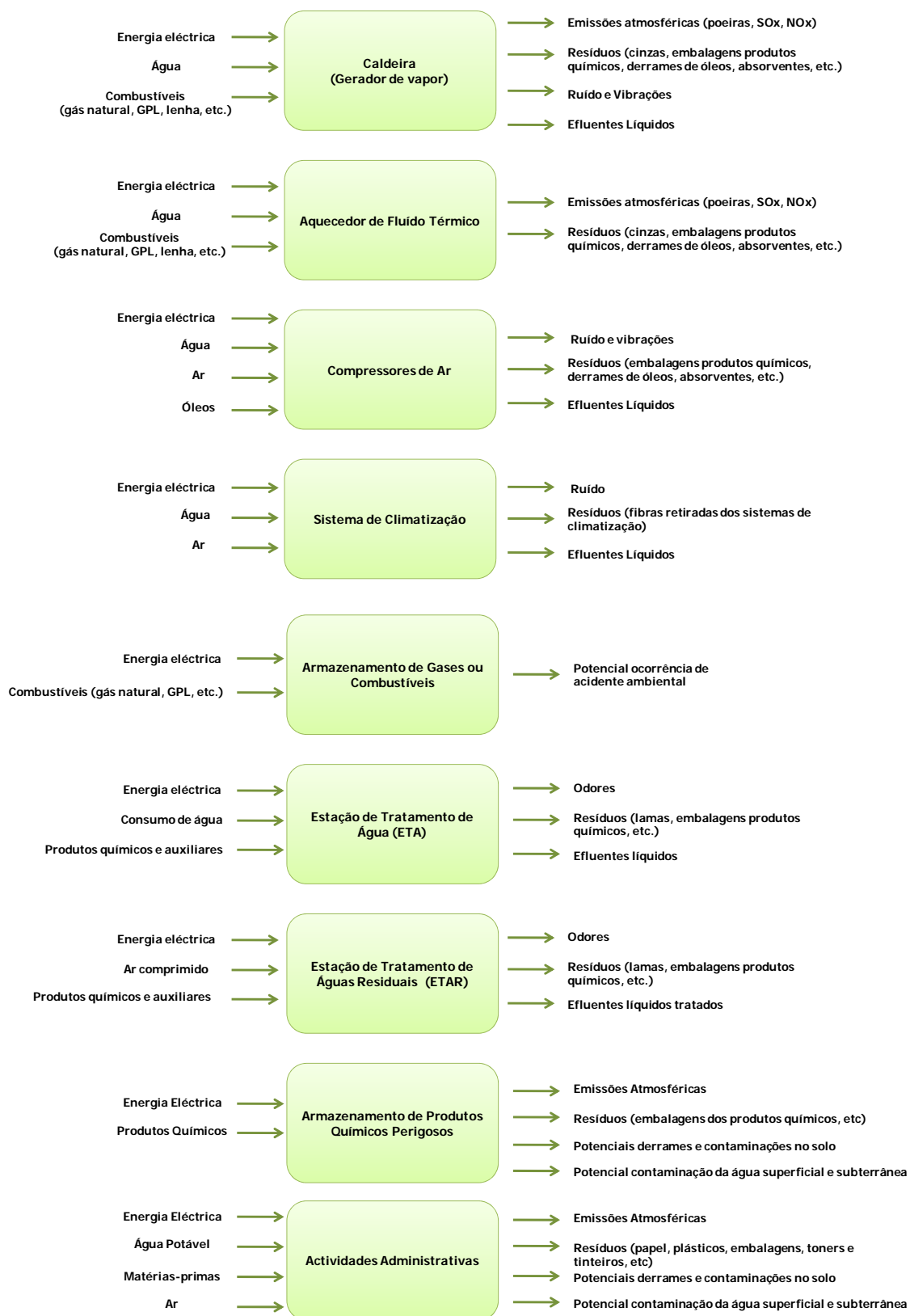
### 4.2.5. Estamparia



### 4.2.6. Acabamentos



## 4.2.7. Serviços de apoio ou suporte ao processo de fabrico



## 5. INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

Os indicadores ambientais, constituem expressões específicas que fornecem informação sobre o desempenho ambiental de uma organização. Segundo a Norma NP EN ISO 14031:2004 - "Linhas de orientação para a avaliação do desempenho ambiental":

→ **Indicadores de desempenho ambiental** – é uma “expressão específica que fornece informação sobre o desempenho ambiental de uma organização”. Estes indicadores englobam outros dois tipos:

- **Indicadores de desempenho operacional** – “Indicador de desempenho ambiental que fornece informação sobre o desempenho ambiental das operações de uma organização”;
- **Indicadores de desempenho de gestão** - “Indicador de desempenho ambiental que fornece informação sobre os esforços da Gestão para influenciar o desempenho ambiental de uma organização.”

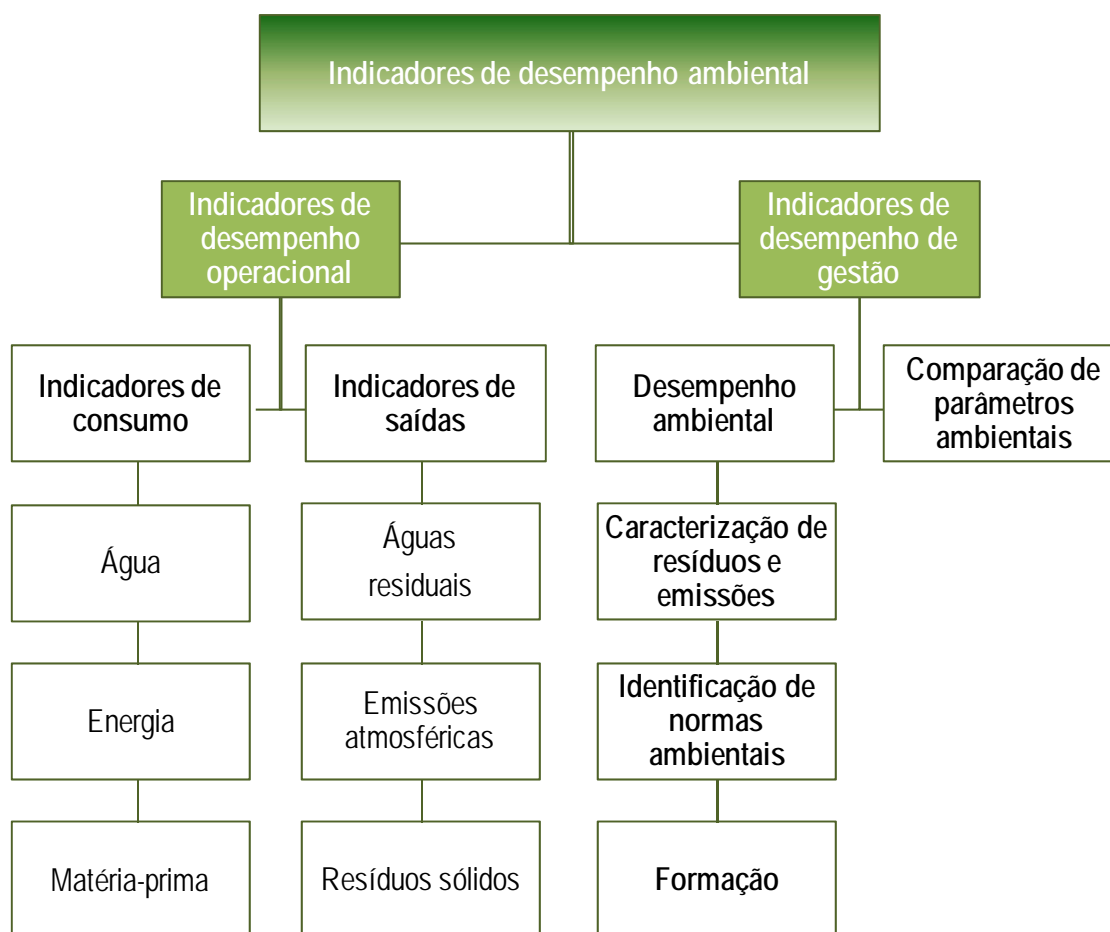
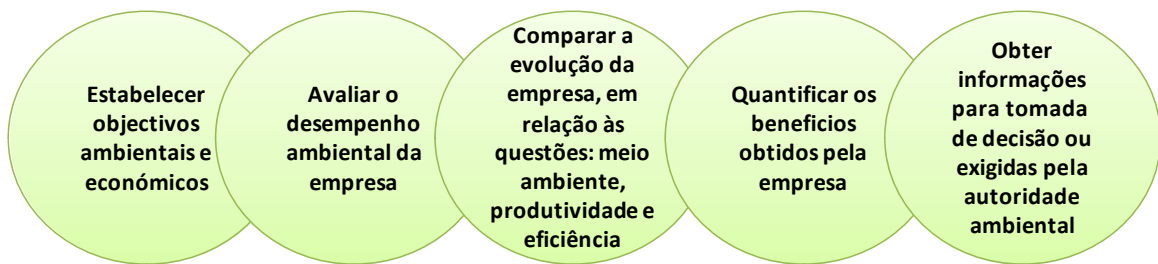
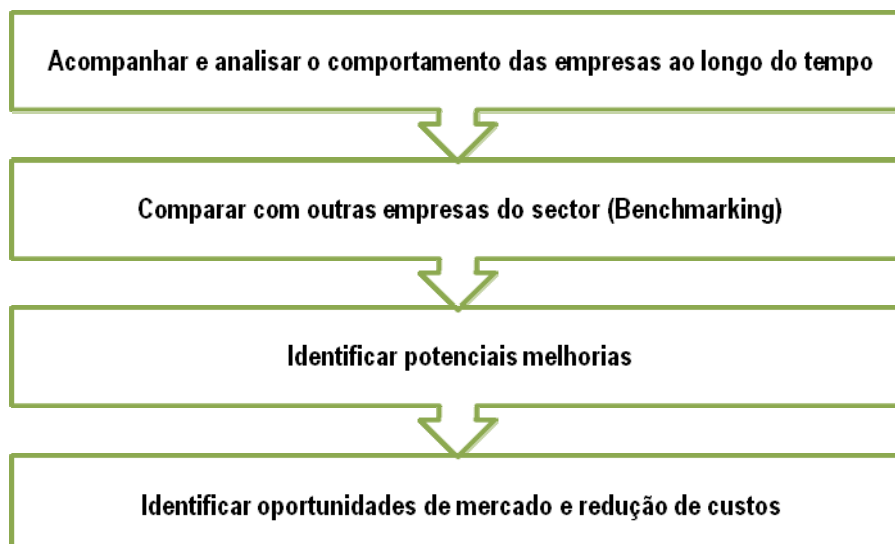


Figura 14 – Indicadores de desempenho ambiental

De uma forma geral, a **concepção de indicadores de desempenho ambiental** numa empresa pode fornecer as informações necessárias para:



O desenvolvimento desta ferramenta de avaliação de desempenho ambiental, facilita não só, a transformação de dados em informações úteis, como também contribui para **o planeamento e desenvolvimento de objectivos, metas e estratégias**. Assim, é possível reunir dados que permitam:



Por todos os factores supracitados conclui-se que para a implementação de boas práticas e tecnologias de produção mais limpas, é fundamental estabelecer e analisar os indicadores que permitem determinar e avaliar os resultados de forma mensurável, quantificável e verificável.

Não existem indicadores tipo, no entanto pode consultar-se a Norma NP EN ISO 14031:2004 que apresenta vários exemplos e que podem enquadrar-se no que necessita. De qualquer forma, sugere-se que os indicadores seleccionados sejam:



No quadro seguinte apresentam-se alguns exemplos de indicadores de desempenho ambiental.

**Quadro 3- Exemplo de indicadores de desempenho ambiental**

Indicadores de desempenho operacional	Entradas	Kwh consumido/unidade produzida
		m <sup>3</sup> água /unidade produzida
		Kg ou m <sup>3</sup> combustível consumido /unidade produzida
		Kg ou m <sup>3</sup> matérias-primas / unidade produzida
	Saídas	m <sup>3</sup> água residual /unidade produzida
		m <sup>3</sup> água residual / m <sup>3</sup> água consumida
Kg resíduos / unidade produzida		
Indicadores de desempenho de gestão	Horas de formação e sensibilização em ambiente/ano	
	% de redução de resíduos /ano	
	% de redução do consumo de água /ano	



## 6. PRODUÇÃO + LIMPA

### Conceito de Produção + Limpa

**Produção + Limpa** define-se como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada, aplicada a processos, produtos e serviços, para incrementar a eficiência e reduzir os riscos ambientais e os riscos associados à saúde humana. A Produção + Limpa pode ser aplicada nos **processos produtivos** de uma indústria, nos **produtos** e nos diferentes **serviços** disponibilizados à sociedade.



- Para os **processos produtivos**, a Produção + Limpa resulta da combinação dos seguintes factores: poupança de matérias-primas e energia, substituição de materiais perigosos por outros não perigosos ou menos perigosos e redução da quantidade e perigosidade das emissões, descargas e resíduos, antes de abandonarem o processo produtivo.
- Para os **produtos**, a Produção + Limpa centra-se na redução dos impactes ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a extracção de matéria-prima até à eliminação final do produto, através de concepção adequada (*ecodesign*).
- Para os **serviços**, a Produção + Limpa contempla a incorporação dos aspectos ambientais na concepção e na prestação de serviços.

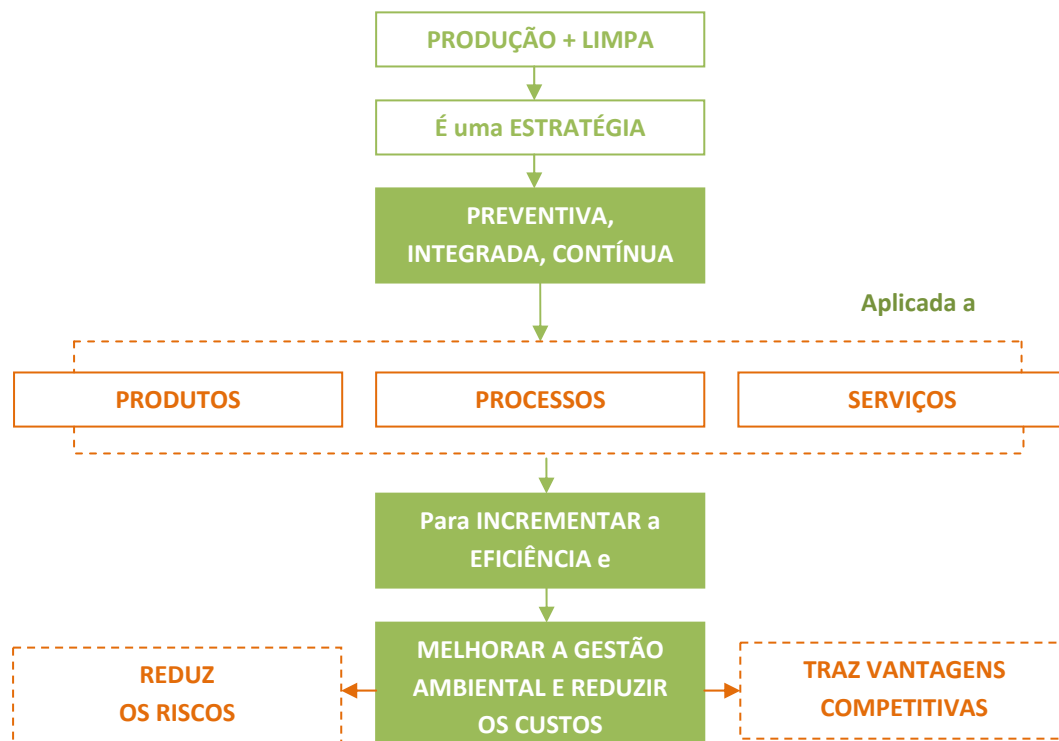


Figura 15 – Esquema de Produção + Limpa

### Elementos Chave da Produção + Limpa

Da definição de **Produção + Limpa** podemos extrair os seguintes elementos chave:

- É um processo contínuo e não uma actuação pontual;
- Não está limitada a indústrias ou empresas de certo tipo/tamanho;
- Tem como objectivo conseguir um equilíbrio razoável entre a disponibilidade e o consumo de matérias-primas e energia. Não é um conceito contraditório ao de crescimento. Pretende apenas que este seja feito de forma ecologicamente sustentável;
- Implica a produção de bens com o menor impacte ambiental possível, em função dos limites tecnológicos e económicos do momento. Não se limita somente à minimização de resíduos, sendo um conceito mais amplo, considerando os impactes ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto;
- Direciona-se também no sentido da redução dos riscos sobre a segurança e saúde dos trabalhadores e da população. Neste contexto, a Produção + Limpa assume-se como uma estratégia de gestão integrada de gestão ambiental;
- É eficiente (aumenta a produtividade) e eficaz (resultados positivos a longo prazo);
- É uma estratégia com tripla vantagem: protege o meio ambiente, pessoas (por exemplo, a segurança e saúde de trabalhadores, consumidores e população em geral) e as empresas (por exemplo, a sua rentabilidade, a sua imagem). Portanto, a Produção + Limpa é algo mais que uma estratégia ambiental, dado o seu interesse também pelos aspectos económicos e sociais.

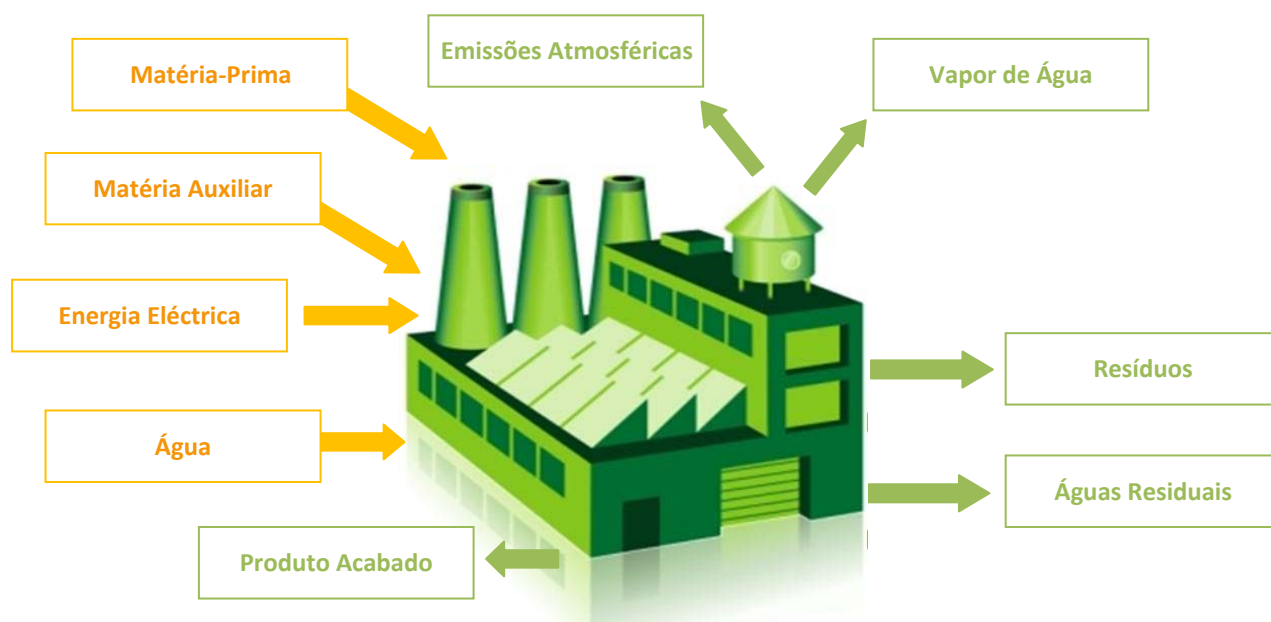


Figura 16 – Fluxos de *inputs* e *outputs* a ter em conta na Produção + Limpa

## Os Quatro Princípios da Produção + Limpa

### Princípio da Precaução

A obrigação de provar que uma substância ou actividade não causará nenhum prejuízo ao meio ambiente é do potencial poluidor. As comunidades não podem ser responsabilizadas por demonstrar que algum dano ambiental ou social será causado pela actividade industrial. O princípio defende que a ciência é importante para esclarecer e gerar informações sobre os impactos sociais, económicos e culturais, pressionando as autoridades responsáveis pela tomada de decisão a não esperar por evidências irrefutáveis quando há dano ambiental. Em contrapartida, devem basear-se na cautela e no benefício da dúvida para proteger o ambiente natural e a comunidade.

### Princípio da Prevenção

Custa menos e é mais efectivo prevenir o dano ambiental do que tentar administrá-lo ou remediar a situação. A noção de prevenção da poluição substitui o já ultrapassado conceito de controle da poluição, exigindo mudanças nos processos e produtos de forma a evitar a produção de resíduos, especialmente os tóxicos. Este princípio intensifica a prática do uso eficiente da energia bem como o uso de fontes alternativas menos poluentes (como a energia solar e eólica) para substituir a excessiva ênfase no desenvolvimento e pesquisas de novas fontes de combustível fóssil.

### Princípio do Controle Democrático

A produção limpa envolve todos os afectados por actividades industriais – incluindo os trabalhadores, as comunidades de proximidade e os consumidores finais. Os cidadãos devem possuir informação sobre as emissões industriais e ter acesso aos registos de poluição, plano de redução de uso de substâncias químicas tóxicas, bem como dados das matérias-primas dos produtos. O direito e o acesso à informação e o envolvimento na tomada de decisão garantem o controle democrático sobre o processo produtivo e a qualidade de vida da população directamente afectada e das gerações futuras.

### Princípio da Abordagem Integrada e Holística

Os perigos e riscos ambientais de um processo produtivo podem ser minimizados pelo rastreio completo do ciclo de vida de um produto. A sociedade deve adoptar uma abordagem integrada para o uso e o consumo de um recurso natural. Esta análise é essencial para garantir que materiais perigosos sejam extintos e não sejam substituídos por materiais que representem novas ameaças ambientais.

## Objectivos da Produção + Limpa

- ▶ Aumentar a vantagem económica e competitiva da empresa.
- ▶ Racionalizar o uso de matérias-primas.
- ▶ Reduzir desperdícios.
- ▶ Minimizar a produção de resíduos, diminuindo impactos ambientais.
- ▶ Aumentar a competitividade, actualizando a empresa de acordo com as exigências do mercado.
- ▶ Adequar os processos e produtos em conformidade com a legislação ambiental.
- ▶ Permitir a obtenção de indicadores de eficiência.

- ▶ Documentar e manter os resultados obtidos.
- ▶ Promover e manter a boa imagem da empresa, divulgando a eco-eficiência da produção e a qualidade dos produtos oferecidos.

### Vantagens da Produção + Limpa

**Quadro 4 – Vantagens da implementação de técnicas de Produção + Limpa**

<b>VANTAGENS ECONÓMICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Poupança de matérias-primas, água e energia;</li><li>● Redução dos custos de produção e do investimento em tecnologias de fim de linha;</li><li>● Economias geradas pelo eventual suprimento da aplicação de sistemas de tratamento ou aplicação de sistemas menos complexos;</li><li>● Melhoria da qualidade da produção por uma limitação de resíduos e peças defeituosas;</li><li>● Diminuição dos riscos de poluição acidental;</li><li>● Melhoria da manutenção;</li><li>● Diminuição das taxas de seguro;</li><li>● Maior facilidade de financiamento;</li><li>● Desenvolvimento de tecnologias de ponta que podem ser exportadas.</li></ul>
<b>VANTAGENS SOCIAIS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Melhoria das condições de trabalho;</li><li>● Melhoria dos procedimentos e práticas internas da empresa;</li><li>● Melhoria da comunicação dentro da empresa e entre esta e o exterior.</li></ul>
<b>VANTAGENS ESTRATÉGICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Melhoria da imagem da empresa junto dos clientes e população envolvente;</li><li>● Diminuição dos constrangimentos de localização industrial;</li><li>● Melhoria da competitividade em relação à concorrência;</li><li>● Preparação para o futuro estreitamento da regulamentação;</li><li>● Maior facilidade no cumprimento da legislação.</li></ul>

**Etapas para a implementação da Produção + Limpas**

Indicamos na figura seguinte as etapas para a implementação da Produção + Limpas.

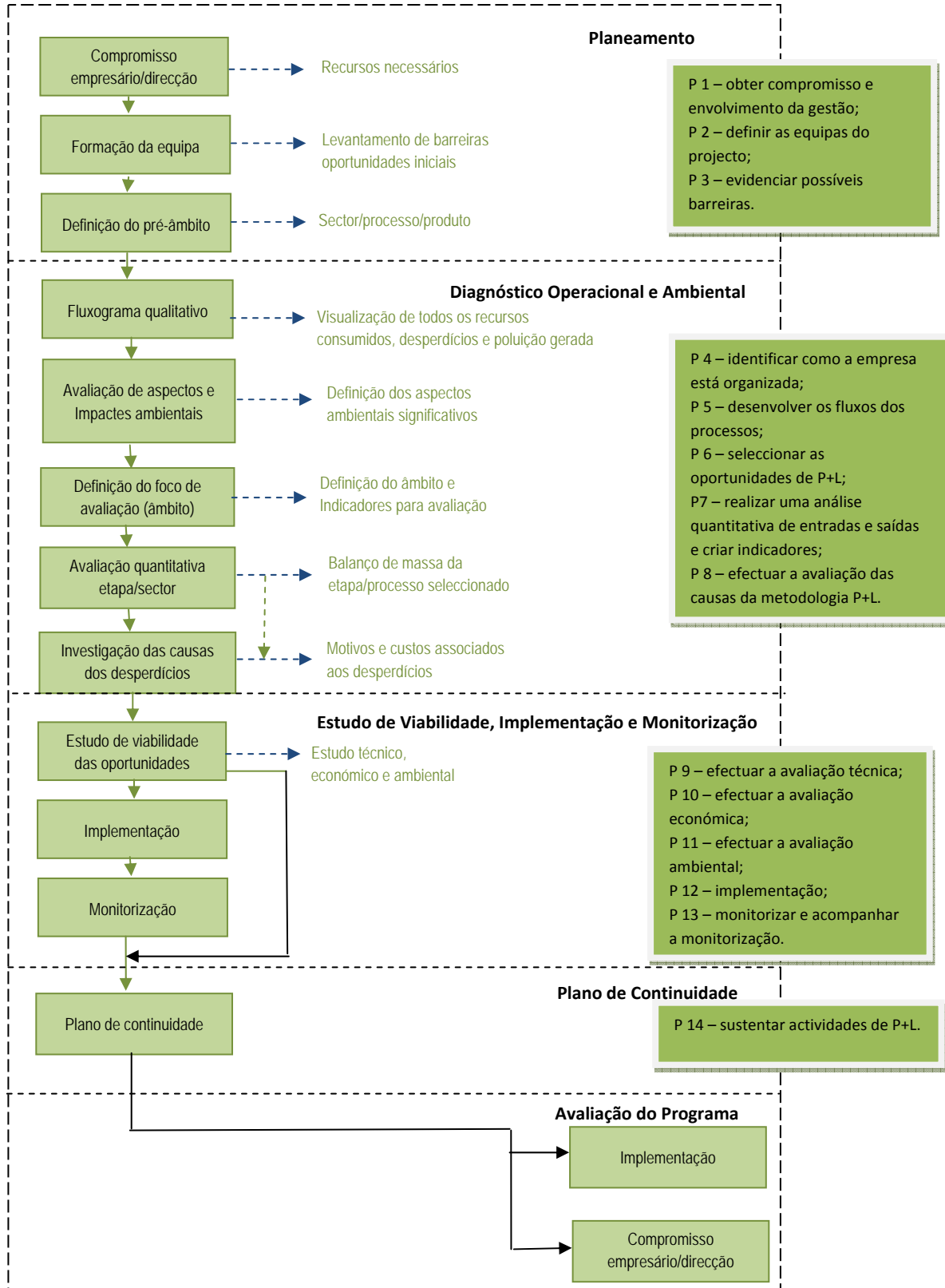


Figura 17 – Etapas para a implementação da Produção + Limpas

Apresenta-se de seguida, para cada um dos aspectos ambientais, nomeadamente, **matérias-primas**, água, **resíduos e energia**, algumas medidas que poderão ser implementadas no âmbito da Produção + Limpa.

### 6.1. Consumo de matérias-primas e auxiliares

Considerando os processos produtivos do sector têxtil não se pode deixar de mencionar a importância da racionalização do consumo de matérias-primas e auxiliares, neste sector. Não só pelo consumo excessivo, mas também pelas características de perigosidade que alguns produtos representam, é possível identificar e levantar diversas oportunidades de P+L, e proceder à avaliação da viabilidade técnica, impactes ambientais e custos associados a cada opção levantada para definir as prioridades de implementação.

Seguidamente são descritas boas práticas e medidas preventivas, que permitem a racionalização da qualidade e quantidade de matérias-primas e auxiliares consumidas nos processos de fabrico da Indústria Têxtil.



CONTROLO DE QUALIDADE NA RECEPÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS AUXILIARES



SUBSTITUIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS E AUXILIARES

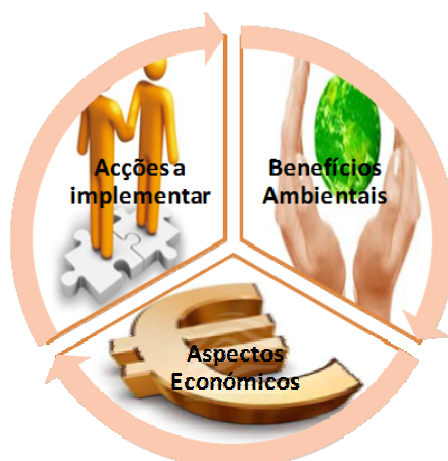


AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSOS PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS



MODIFICAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA OPTIMIZAÇÃO DE CONSUMOS

Os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **ações a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



### 6.1.1. Controlo de qualidade na recepção de matérias-primas e auxiliares

O controlo de qualidade da matéria-prima é um factor determinante em qualquer empresa têxtil, pois permite obter logo à partida uma ordem de grandeza do rendimento a obter, bem como, verificar a presença de contaminantes que possam interferir na qualidade do produto final ou na sua colocação em determinados mercados.



A implantação de sistemas de controle de qualidade para matérias-primas e produtos auxiliares implica o estabelecimento de critérios e o conhecimento das especificações dos produtos considerados aceitáveis. Essa medida exige a formação de pessoal para a realização de testes analíticos e procedimentos operacionais que garantam sua adequada aplicação.



#### Acções a implementar

##### ✓ Elaborar, documentar, implementar e manter um procedimento que

- Estabeleça os critérios de aceitação de matérias-primas e auxiliares;
- Defina ensaios /testes de recepção de matérias-primas, bem como métodos de análise;
- Tenha em consideração toda a informação presente nas fichas de dados de segurança dos produtos químicos, dando particular atenção aos impactes ambientais antes da sua utilização.

##### ✓ Implantar um laboratório e/ou kit para realização de testes expeditos

##### ✓ Elaborar, documentar, implementar e manter um procedimento que

- Defina as boas práticas relativas às condições de manuseamento, acondicionamento e armazenagem de matérias-primas e auxiliares;
- Estabeleça metodologias de monitorização dessas boas práticas.

##### ✓ Ministar formação ao pessoal

##### ✓ Elaborar, documentar, implementar e manter procedimentos operacionais

Um exemplo dos testes a aplicar à matéria-prima algodão, é a verificação da quantidade de impurezas, restos de sementes, aglomeração de fibras (Neps) e açúcar presente na rama adquirida; Nos processos tradicionais a determinação das impurezas é realizada manualmente por um sistema de pesagens que se reflecte num resíduo sem qualquer aproveitamento. A determinação electrónica permite uma determinação rápida, podendo a matéria-prima utilizada para testes retornar ao processo produtivo;

No caso da determinação do teor em açúcar presente na rama de algodão (extremamente prejudicial por ser agressivo para as máquinas de produção) que tradicionalmente se realiza quimicamente, pode também ser realizada electronicamente, o que elimina o consumo de produtos químicos e conseqüente geração de resíduos. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil).



### Benefícios Ambientais

- ✧ Redução do consumo de matérias-primas, água e energia
- ✧ Redução da quantidade e ou perigosidade dos resíduos produzidos
- ✧ Redução da produção de efluentes líquidos
- ✧ Redução das emissões atmosféricas
- ✧ Melhoria do funcionamento da estação de tratamento de águas residuais.



### Aspectos Económicos

- ✧ Redução nos custos de matérias-primas
- ✧ Redução nos custos de gestão de resíduos e/ou produtos rejeitados
- ✧ Custos de equipamentos para testes
- ✧ Investimento em recursos humanos

## 6.1.2. Substituição de produtos químicos e auxiliares

Nos vários processos produtivos da indústria têxtil há um elevado consumo de produtos químicos e auxiliares que geralmente têm efeitos nefastos quer para o meio ambiente, quer para os trabalhadores que estão expostos às referidas substâncias.



Desta forma, deverão ser aplicadas técnicas/tecnologias que permitam substituir as substâncias químicas perigosas e consequentemente reduzir o seu consumo e gerar menos resíduos perigosos.



### Acções a Implementar

- ✓ **Substituir a utilização de corantes altamente tóxicos ou sobre os quais não existam informações ambientais disponíveis**



- ✓ **Informar *designers* e estilistas sobre os impactes ambientais de determinados corantes e recomendar alternativas mais seguras**
- ✓ **Substituir as enzimas por peróxido de hidrogénio nas operações de desengolagem**

É possível substituir as enzimas por peróxido de hidrogénio nas operações de desengolagem visando a redução da carga orgânica do efluente, pois enquanto a primeira degrada o amido em substâncias com carga poluente elevada, o segundo decompõe-se em CO<sub>2</sub> e água;
- ✓ **Substituir, tanto quanto possível, os corantes que apresentam metal na molécula por corantes que não apresentam, pois a presença de metais no efluente líquido poderá inibir o tratamento biológico**
- ✓ **Substituir hipoclorito de sódio por peróxido de hidrogénio**

Assim, elimina-se a reacção de agentes clorados com matéria orgânica que resulta na formação de organoclorados, produtos potencialmente tóxicos;
- ✓ **Substituir ácido acético por ácido fórmico**

O ácido fórmico exige menor quantidade de oxigénio para a sua degradação, sob condições aeróbias (a substituição de ácidos orgânicos por ácidos minerais, tende a aumentar o teor de sal no efluente líquido);
- ✓ **Trabalhar com baixas relações de banho (maior rendimento do corante)**

Relações de banhos mais baixas (menor diluição dos produtos químicos) favorecem a interacção produto/fibra, principalmente no caso dos corantes, aumentando o rendimento do processo;
- ✓ **Substituir o uso de dicromato de sódio como oxidante**

O crómio hexavalente (presente no dicromato de sódio) é cancerígeno. Nos processos de oxidação dos corantes sulfurosos deve ser substituído preferencialmente por peróxido de hidrogénio ou então oxidantes à base de sais halogenados;
- ✓ **Usar corantes líquidos em vez de corantes em pó**

Esta informação é válida principalmente para corantes dispersos. Ao serem utilizados corantes em pó no processo, a quantidade de corante disperso é muito maior do que quando apresentados na forma líquida. Os corantes em forma líquida contêm um terço da quantidade de dispersante do corante em pó. A razão para esta diferença está no processo de produção do corante em pó, ou seja, para gerar as partículas durante a moagem adicionadas maiores quantidades de agente dispersante. Os aditivos não são tóxicos ao meio aquático mas são fracamente biodegradáveis. Estes dispersantes resultam principalmente da condensação de produtos de naftaleno, formaldeídos, fenóis com formaldeído e sulfito de sódio;
- ✓ **Eliminar o uso do querosene nas pastas de estampar**

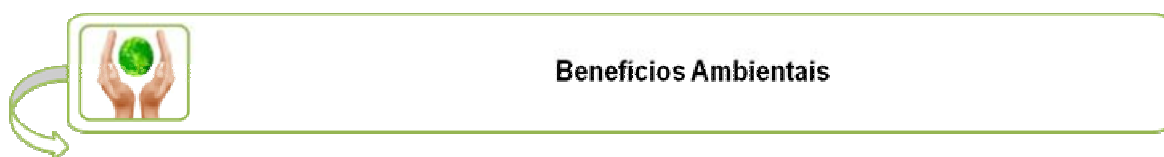
Esta prática permitirá a redução/ eliminação dos COV (compostos orgânicos voláteis), principalmente durante as operações de fixação do pigmento;
- ✓ **Reduzir a quantidade de ureia utilizada no processo de estampagem através de choque alcalino (estampagem com corante reactivo)**
- ✓ **Instalar um sistema de humedificação do material estampado antes da fixação a quente**

✓ **Substituir a pasta de estampagem de baixa viscosidade por elevada viscosidade**

A utilização de pasta de estampagem de elevada viscosidade, em associação com um sistema de limpeza controlado magneticamente, oferece inúmeras vantagens em termos de qualidade. A aplicação de cor tem lugar apenas na superfície do tecido, obtendo-se uma poupança em pasta entre 30 a 50% e por consequência uma poupança de energia na operação seguinte de secagem (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI).

✓ **Substituir os clorofluorcarbonos (CFC)**

Os clorofluorcarbonos utilizados nos sistemas de refrigeração, que são responsáveis pela degradação da camada de ozono. Os CFC podem ser substituídos pelos HCFC (menos prejudicial à camada de ozono) e HFC.



- ✎ **Redução no consumo de produtos químicos perigosos**
- ✎ **Redução na quantidade de resíduos perigosos gerados**
- ✎ **Menor contaminação dos efluentes gerados e consequente optimização da operação da ETAR**



- ✎ **Redução ou aumento nos custos de produtos químicos, conforme o caso**
- ✎ **Redução nos custos de tratamento/ deposição de resíduos e/ou produtos rejeitados**
- ✎ **Minimização dos custos com o tratamento de efluentes gerados**

### ***6.1.3. Automatização de processos para redução dos desperdícios***

Num processo manual há mais probabilidades de ocorrerem erros, designadamente erros de pesagem, diluição, controlo de temperatura, tempo de residência nos banhos, entre outros.



Recorrendo a sistemas automáticos obtêm-se os resultados pretendidos de forma mais exacta e por outro lado, possibilita a detecção e prevenção mais rápida de erros, traduzindo-se em redução dos custos operacionais, redução de desperdícios e prevenção de resíduos.



### Acções a implementar

#### ✓ Utilizar um espectrofotómetro para controlo da eficiência do tingimento

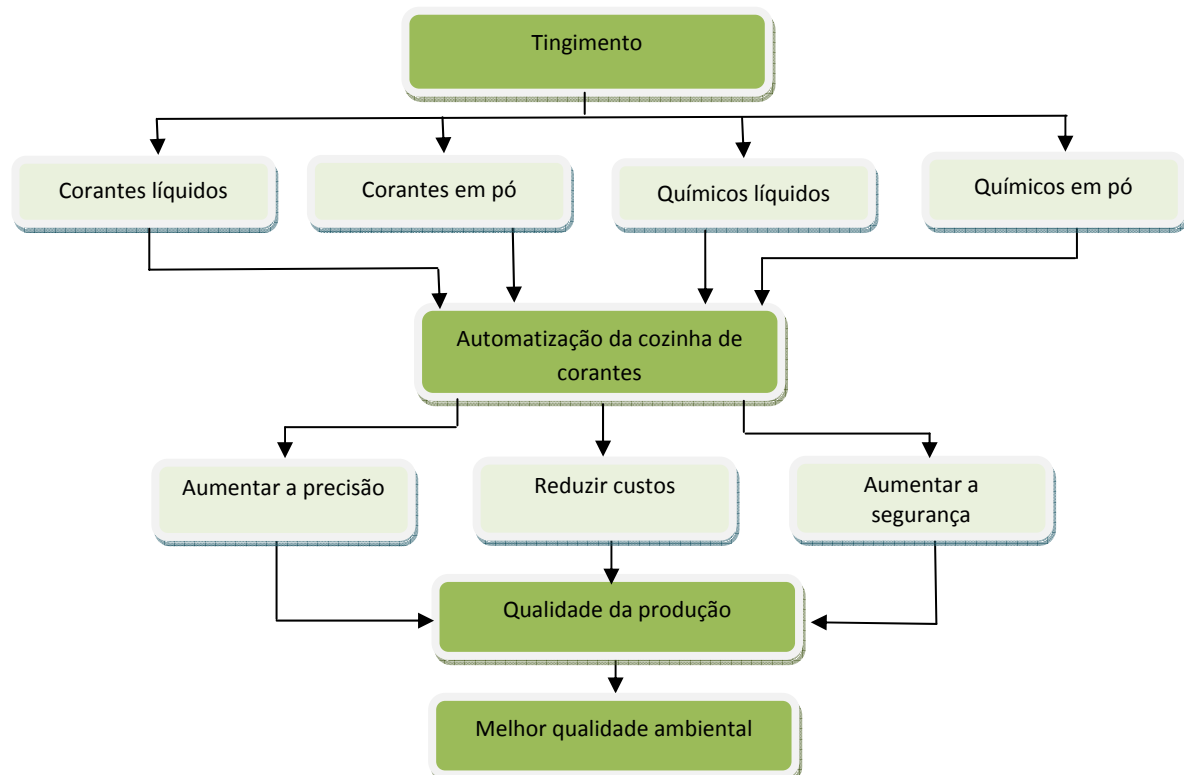
A utilização de um espectrofotómetro computadorizado para controlar a operação de tingimento, conduz à obtenção das cores pretendidas de uma forma mais exacta. Este tipo de equipamento mede a reflexão da luz das amostras e compara a cor da amostra padrão e a cor do banho preparado, por forma a corrigir o banho antes de se dar início ao tingimento, reduzem-se as operações de desmontagem e de retingimentos, diminuindo-se o consumo de produtos químicos e a geração de resíduos. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil).

#### ✓ Automatizar a cozinha de corantes

Uma tinturaria competitiva deve conseguir garantir a qualidade e a reprodutibilidade dos seus tingimentos. Este objectivo é atingido pela minimização da intervenção humana, que se assume como principal causa de erros, na preparação das receitas de tingimento.

A automatização da cozinha de corantes é, pois, um factor de primordial importância na melhoria da qualidade de produção, com conseqüentes melhorias ambientais. Os sistemas individuais de dosagem podem ser integrados num sistema global gerido por um computador. É um investimento realizado por forma a melhorar a produtividade sendo um dos factores para a obtenção de bons resultados na aplicação de novas técnicas tais como "bem à primeira vez".

O conhecimento do papel estratégico desempenhado pelas unidades de dosagem específicas permite o estudo do sistema, por forma a torná-lo preciso e ambientalmente adequado. Precisão e exactidão, movimento robotizado, controlo de processo computadorizado e modularidade das unidades individuais são aspectos relevantes no sistema de automatização. Na figura seguinte representam-se esquematicamente as vantagens de automatização da cozinha de corantes.

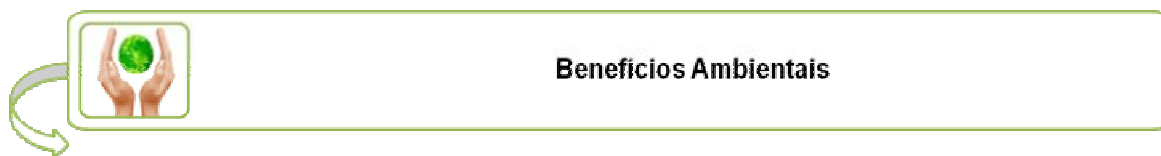


(Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil)

A automatização da cozinha de corantes contribui para uma diminuição nos custos de operação, uma vez que reduz ao mínimo a interferência humana e aumenta a eficiência do equipamento de estampagem. Numa perspectiva ambiental contribui para a preservação dos recursos naturais, reduz a contaminação das águas residuais (ao eliminar a utilização de produtos químicos em excesso) e reduz a quantidade de águas residuais a tratar (ao reduzir os processos de correcção). Resolve também problemas de higiene e segurança no trabalho uma vez que deixa de haver manuseamento por parte dos trabalhadores de produtos tóxicos perigosos. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil).

### ✓ **Automatizar a preparação da pasta de estampagem**

A automatização da preparação e dosagem de pasta reduz a quantidade de pasta não utilizada, uma vez que se torna desnecessário produzir pasta em excesso (15 a 25%), quando está garantida a exactidão entre preparações.



#### 🔍 **Com a utilização de um espectrofotómetro para controlo da eficiência do tingimento**

- redução do consumo de corantes;
- redução do consumo de produtos auxiliares;
- redução da quantidade de efluentes a tratar na ETARI.

#### 🔍 **Com a automatização da cozinha de corantes**

- redução no consumo de produtos químicos auxiliares;
- redução no consumo de corantes;
- redução da contaminação presente nas águas residuais;
- redução da quantidade de água residual a tratar na ETARI.

#### 🔍 **Com a automatização da preparação da pasta de estampagem**

- redução no consumo de pasta: 20%;
- redução no consumo de corantes: 5%;
- redução da contaminação presente nas águas residuais;
- redução da quantidade de água residual a tratar na ETARI.



### Aspectos Económicos

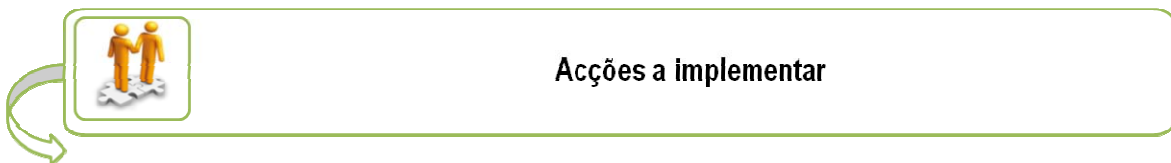
- ✎ **Redução nos custos com o consumo de produtos químicos**
- ✎ **Redução nos custos com o tratamento de efluentes**

Relativamente à automatização da cozinha de corantes, uma empresa que realize 100 ciclos de tingimento por dia, que utilize em média 3 corantes na receita de tingimento e 6 produtos químicos auxiliares, realiza 900 operações de dosagem por dia. Se cada operação demorar em média 3 minutos, a empresa dedica 45 horas por dia ao manuseamento de corantes e químicos. Um sistema automático requer apenas 3 a 4 horas por dia de uma só pessoa para tratar dos tanques de armazenamento e da manutenção.

Relativamente aos erros de pesagem, de acordo com estudos estatísticos, uma operação manual tem uma margem de erro de 1:1000. Traduzindo este conceito para números isto resulta que se uma empresa realizar 300 operações de pesagem de corantes por dia, 66 000 operações de pesagem por ano (220/dias/ano), estatisticamente terá 66 receitas incorrectas. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil)

## 6.1.4. Modificações ou substituições nos equipamentos para optimização dos consumos

Algumas alterações nas máquinas ou equipamentos podem favorecer a redução no consumo das matéria-primas e auxiliares. Assim sendo, descrevem-se seguidamente alguns exemplos de medidas que podem ser tomadas nos equipamentos e que contribuirão para uma P+L.



### Acções a implementar

- ✓ **Diminuir a extensão da mangueira de alimentação da pasta de estampar, para que sobre menos pasta**
- ✓ **Utilizar bomba com recurso de reversão para retornar a pasta residual de processo aos recipientes alimentadores**
- ✓ **Substituir os equipamentos que utilizam percloroetileno por equipamentos que utilizam hidrocarbonetos para lavagem a seco**



- ✧ **Redução na quantidade de resíduos gerados**
- ✧ **Redução no consumo de recursos (água, energia)**
- ✧ **Redução da contaminação das águas residuais**



- ✧ **Redução de custos com produtos químicos**
- ✧ **Redução dos custos com o consumo de água e energia**

## 6.2. Consumo de água e descarga de águas residuais

Tendo em conta que a indústria têxtil é uma das maiores consumidoras de água, a **economia de água é de grande importância** neste sector. Por outro lado, pelo vasto consumo de produtos químicos nos processos de fabrico desta indústria, geram-se grandes quantidades de águas residuais **fortemente contaminadas** que têm obrigatoriamente de ser sujeitas a tratamento antes de serem descarregadas no meio ambiente.

A racionalização do consumo de água pode conduzir a **poupanças muito significativas**, não só no **gasto deste bem escasso**, mas também, **traduzindo-se em benefícios financeiros quantificáveis**.

Seguidamente são descritas boas práticas e medidas preventivas do consumo de água e produção de águas residuais para a Indústria Têxtil e que contribuirão para uma Produção + Limpa neste Sector.



INSTALAÇÃO DE CONTADORES/CAUDALÍMETROS



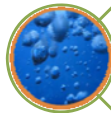
IDENTIFICAÇÃO E PREVENÇÃO DE FUGAS DE ÁGUA



ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E OPTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA



INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS/EQUIPAMENTOS DE BAIXO CONSUMO DE ÁGUA



REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NAS OPERAÇÕES DE LAVAGEM



REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NAS OPERAÇÕES DE TINGIMENTO



REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NAS OPERAÇÕES DE REFRIGERAÇÃO



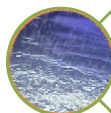
RECUPERAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE BANHOS



REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO

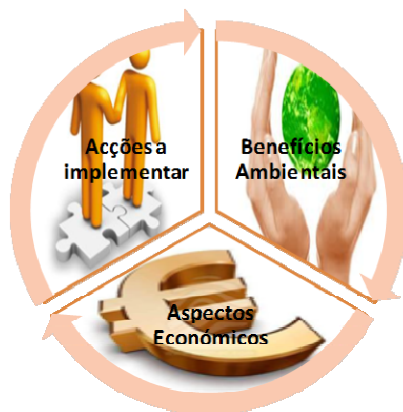


REUTILIZAÇÃO DE EFLUENTES



UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Os tópicos previamente listados serão explorados nos subcapítulos seguintes do presente manual, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



Convém ainda salientar que algumas das acções a implementar são baseadas na informação contida no Guia Técnico do Sector Têxtil, elaborado pelo Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia (INETI), no âmbito do Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI).

### **6.2.1. Instalação dos contadores/caudalímetros**

Como ponto de partida para uma racionalização do consumo de água é essencial medir e controlar a água nos processos através de contadores ou caudalímetros para quantificar o fluxo de água consumida. Assim sendo deverão ser implementadas as acções a seguir descritas.



#### **Acções a implementar**

- ✓ **Instalar contadores ou caudalímetros para quantificar o caudal de água consumida**
- ✓ **Registrar periodicamente a leitura de dados. O registo destes dados constituirá a base para determinar a quantidade de água consumida na empresa, a quantidade de águas residuais geradas e promover a redução do consumo**
- ✓ **Deverá ainda contabilizar-se a energia consumida nos sistemas de bombagem, tratamento de águas, entre outros**





### Benefícios Ambientais

- ✎ **Racionalização do consumo de água**



### Aspectos Económicos

- ✎ **Investimento inicial na aquisição do equipamento contadores / caudalímetros**
- ✎ **Racionalização do consumo de água e conseqüente redução do custo de abastecimento e de lançamento de águas residuais**

## 6.2.2. Identificação e prevenção das fugas de água

A existência de perdas reais de água nos sistemas de distribuição deve-se sobretudo a factores relacionados com o tipo de construção, os materiais utilizados, as pressões, a idade da rede e as práticas de operação e de manutenção.

Assim devem ser implementadas medidas que permitam a detecção, localização e eliminação de perdas de água resultantes de fugas da rede de distribuição, ao nível das tubagens e das respectivas juntas, bem como dos diferentes dispositivos de utilização de água, assim como a realização de inspecções periódicas preventivas ao estado da rede de abastecimento de água à unidade industrial.

Em situação de escassez hídrica devem ser acentuados os cuidados de detecção e eliminação de perdas de água na unidade industrial.



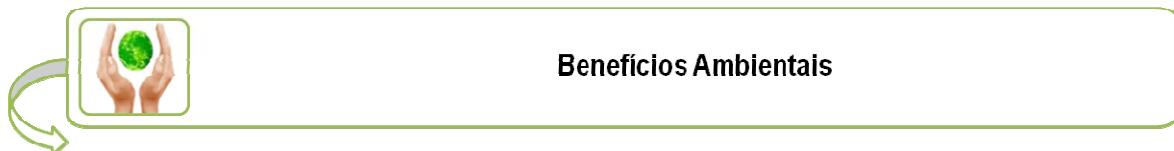
### Acções a implementar

- ✓ **Elaborar um plano de manutenção preventiva com definição de critérios para a inspecção regular das instalações hidráulicas e equipamentos, definição de responsabilidades e periodicidade de verificação**
- ✓ **Substituir peças hidráulicas em toda a instalação e equipamentos, sempre que necessário e incluir a rede de distribuição e equipamentos das instalações sanitárias e cozinha/refeitório**

- ✓ Criar instruções que sensibilizem todos os colaboradores para a identificação e sinalização de fugas e a obrigatoriedade de reportar esta informação ao encarregado responsável pela manutenção das instalações. Seguidamente apresenta-se, um exemplo de cartaz afixado numa instalação fabril com alerta para este tipo de situação



Figura 18 - Instrução para sensibilização na detecção de fugas



#### Benefícios Ambientais

- ✧ Redução do consumo de recursos naturais (água)
- ✧ Redução dos impactes ambientais originados pelas fugas de água



#### Aspectos Económicos

- ✧ Investimento na revisão do sistema hidráulico e nos reparos nas edificações
- ✧ Redução do custo de abastecimento de água
- ✧ Redução do custo de gestão de águas residuais produzidas

### 6.2.3. Análise do processo de produção e optimização do consumo de água

Tal como referido anteriormente neste manual, a indústria têxtil tem processos de fabrico fortemente consumidores de água. Assim sendo, torna-se **essencial analisar os processos e otimizar o consumo de água consoante as necessidades de produção**.

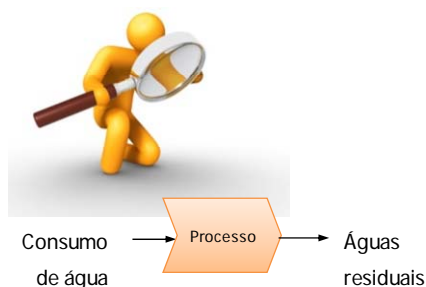


Esta boa prática ajuda a prevenir excedentes no consumo de água e consequentemente a prevenção da geração de águas residuais desnecessárias. Na realidade, verifica-se que o volume de água consumido varia substancialmente de empresa para empresa e que a sua racionalização pode conduzir a poupanças muito significativas. Mais à frente neste manual, serão analisados alguns processos específicos da indústria têxtil (operações de lavagem, tingimento, entre outros). No entanto neste subcapítulo são sugeridas acções de carácter geral para **análise de possibilidades de optimização do consumo de água nos processos de fabrico**.



#### Acções a implementar

- ✓ **Determinar o consumo de água por operação através de um balanço, onde se quantifiquem entradas e saídas de água**



- ✓ **Estabelecer uma relação entre volume de produção e consumo de água, por exemplo: m<sup>3</sup> água/tonelada de produção**
- ✓ **Instalar equipamento controlador de caudal e válvulas automáticas de paragem em máquinas quando em processo contínuo**
- ✓ **Instalar controladores automáticos de volume nos banhos e máquinas**
- ✓ **Optimizar tabelas de produção e ajustar a qualidade do pré-tratamento, seguindo as necessidades de produção**

- ✓ Pesquisar a possibilidade de combinar diferentes tratamentos num único processo
- ✓ Introduzir técnicas de baixa adição em processos contínuos
- ✓ Melhorar a eficiência de lavagem em banhos e processos contínuos (ver subcapítulo 6.2.5 do presente manual)
- ✓ Ponderar a reutilização de água de refrigeração como água de processo (possibilitar também a recuperação de calor) (ver subcapítulo 6.2.7 do presente manual)
- ✓ Pesquisar possibilidades de reutilização da água - reciclar por característica de qualidade, observar o volume dos vários processos a fim de identificar possibilidades nas quais as substâncias são valorizáveis e/ou não interferem com a qualidade do produto



#### Benefícios Ambientais

- ✎ Redução do consumo de recursos naturais (água, energia) e de águas residuais geradas



#### Aspectos Económicos

- ✎ Redução do custo de abastecimento de água, de tratamento e descarga de águas residuais

## 6.2.4. Instalação de máquinas e equipamentos de baixo consumo de água

Numa perspectiva de reduzir os consumos de água, produtos químicos e energia, os fabricantes de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil têm desenvolvido novas unidades mais eficientes. Assim sendo, destacam-se algumas acções de P+L, relacionadas com a aquisição de máquinas e equipamentos de baixo consumo.



### Acções a implementar

- ✓ Instalar máquinas/equipamentos de baixa e ultra-baixa vazão nos banhos. Existem actualmente equipamentos para o tingimento de fio que operam com relações de banho, para sistemas de elevada temperatura, de 1:3,5 (1litro por 3,5 Kg de material têxtil seco), e equipamentos de tingimento de tecido que apresentam relações de banho 1:3 para sintéticos e 1:5 para algodão (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI)



Figura 19- Máquina de tingimento em *overflow*



### Benefícios Ambientais

- ✎ Redução do consumo de recursos naturais (água, energia) e águas residuais geradas

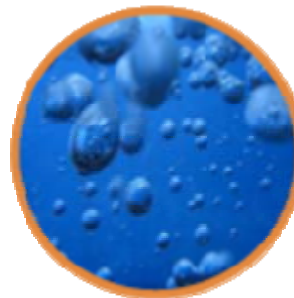


### Aspectos Económicos

- ✎ Investimento na aquisição de equipamentos e máquinas.
- ✎ Redução do custo de abastecimento de água, de tratamento e de descarga de águas residuais

## 6.2.5. Redução do consumo de água e geração de águas residuais nas operações de lavagem

As operações de lavagem são das mais comuns e mais consumidoras de água nos processos produtivos da Indústria Têxtil. O consumo de água desnecessário aumenta a quantidade de águas residuais, pelo que se deve considerar a implementação de técnicas / tecnologias de produção mais limpa.

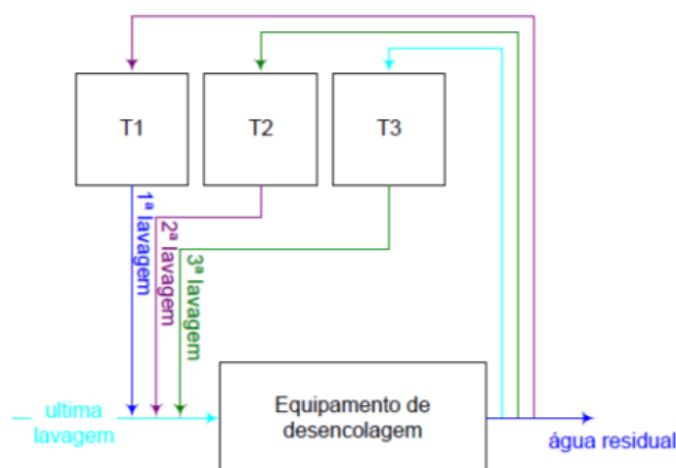


### Acções a implementar

- ✓ **Uso de águas de lavagem em contra-corrente, isto é, fazer circular a água no sentido oposto à do material**

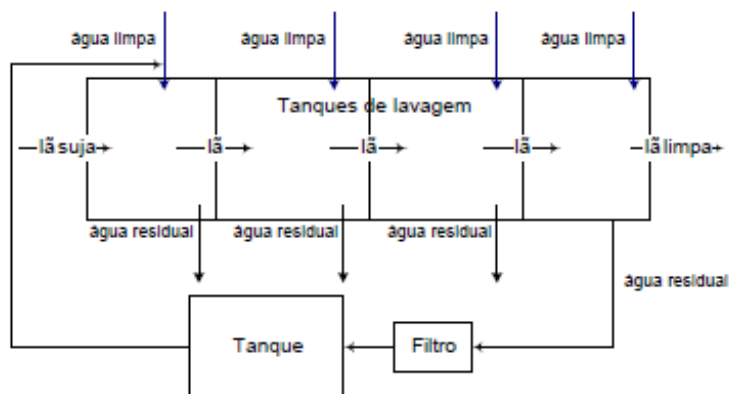
O princípio desta técnica é simples e não é caro nem difícil de implementar. A água menos contaminada, resultante da última lavagem, é reutilizada na penúltima lavagem e assim sucessivamente até chegar à primeira lavagem, finda a qual é descarregada. Este método é distinto do método tradicional em que a cada ciclo de lavagem se adiciona água limpa, sendo adequado para lavagens após determinados processos tais como tingimento contínuo, descolagem, mercerização, batanagem e branqueamento. As poupanças em água dependem do número de lavagens envolvidas.

Uma operação de descolagem que utilize 4 lavagens, pode ser esquematizada da seguinte forma em termos de circulação de água:



Hipoteticamente, se em cada lavagem se consumir  $2 \text{ m}^3$  de água pelo método tradicional, obtêm-se  $8 \text{ m}^3$  de água residual gerada, utilizando a técnica de lavagem em contra-corrente geram-se apenas  $2 \text{ m}^3$  de água. Mesmo considerando que seja necessário introduzir mais uma lavagem, do que se efectua pelo tratamento normal, resulta sempre um menor consumo de água e consequentemente menos água residual gerada. *(Fonte: PNAPRI - Guia Técnico de Sector Têxtil, INETI);*

- 
- ✓ Evitar padronizar a quantidade de água nos processos, tendo como referência a pior condição, que se reflecte em maior consumo
  - ✓ Estabelecer e implementar tempos nas operações de lavagem
  - ✓ Fechar as saídas de água na operação de lavagem
  - ✓ Utilizar diversas lavagens com quantidade reduzida de água, em vez de única lavagem com grande quantidade de água
  - ✓ Remover o excesso de água do material, antes dos processos subsequentes, a fim de evitar a contaminação dos banhos novos
  - ✓ Reutilizar as águas de lavagem, provenientes das operações de tratamento alcalino (mercerização, etc.), nas lavagens do material têxtil após operações de desengomagem
  - ✓ Reutilizar as águas de lavagem, provenientes das operações de branqueamento, nas lavagens do material têxtil após operações de tratamento alcalino
  - ✓ Evitar a utilização de água potável ou tratada em operações de limpeza das instalações e equipamentos; por exemplo recuperar e reutilizar a água de lavagem do(s) decantador(es) e do(s) filtro(s) da ETA e após tratamento prévio, utilizar na lavagem de piso ou mesmo recircular para a entrada da ETA
  - ✓ **Nas operações de lavagem de lã**
    - ↘ Recuperar e recircular a água de lavagem da lã, pela **centrifugação** da primeira água de lavagem por forma a recuperar uma gordura vendável à indústria de cosméticos para utilização de lanolina nele contida. Em alternativa à centrifugação poderá ainda recorrer-se a um processo de **ultra-filtração** que separa a água quente e detergente que é reciclado para reutilização e uma corrente com os indesejáveis sólidos suspensos concentrados até 70:1. Após a centrifugação ou ultra-filtração a **lama resultante**, pode ser **concentrada por evaporação através de evaporador com recompressão mecânica de vapor**. A água condensada pode ser utilizada no processo de lavagem e o concentrado de gordura pode ser vendido constituindo assim uma mais valia para a empresa.
    - ↘ Reutilizar a última água de lavagem de lã (menos contaminada), **através da sua filtração e reintrodução no processo como primeira água de lavagem**. Obtém-se desta forma uma redução na quantidade de água consumida na lavagem e, por consequência, uma redução na quantidade de água residual gerada, sem custos significativos associados. Esta técnica é aplicável em todas as unidades de lavagem de lã.
-



↘ Efectuar a **limpeza do velo**, isto é, antes da entrada nos lavadouros realizar uma operação de limpeza de lã com ar (como a praticada para o algodão), o que permite eliminar algumas das partículas agarradas, contribuindo para reduzir o volume de água consumido na lavagem, assim como reduzir a contaminação presente na água residual. Qualquer unidade de lavagem de lã pode proceder à limpeza da lã antes da sua introdução na lavagem. (Fonte: PNAPRI - Guia Técnico de Sector Têxtil, INETI).

### ✓ Nas operações de lavagem após tingimento ou estamparia

#### ↘ Reutilização da última água de lavagem do tingimento

A última água de lavagem é relativamente limpa e pode ser reutilizada. Uma possibilidade de reutilização é na preparação de outros banhos de tingimento, permitindo poupar água e em alguns casos reduzir a carência bioquímica de oxigénio das águas residuais. Esta medida pode ser aplicada sempre que se está a repetir a mesma cor. Um bom exemplo desta medida é o tingimento ácido em poliamida. O banho final, normalmente, contém um amaciador emulsionado que se transfere para o produto, deixando no banho o agente emulsionante. Reutilizando a última água de enxaguamento como molhante para a próxima carga poupa-se água, calor, agente molhante e reduz-se o CBO associado. Outra reutilização possível é a sua utilização em lavagens de equipamentos e de instalações. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI).

#### ↘ Recuperação das águas de lavagem do tingimento

As águas residuais resultantes desta operação podem ser divididas, atendendo às características da sua contaminação, em duas categorias: águas residuais muito inquinadas e águas residuais pouco inquinadas. Submetendo-se estas últimas a um processo de tratamento por ultra filtração e osmose inversa, para remoção dos contaminantes e da cor, recupera-se uma quantidade apreciável de água que pode ser reutilizada em qualquer operação do processo fabril. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI).

#### ↘ Recuperação das águas de lavagem em estamparia por quadro rotativo

É do conhecimento geral que a água enriquecida com produtos químicos, como os que existem na pasta de estampagem, lava mais eficientemente do que a água limpa. Assim a água utilizada na lavagem de telas, transportadores de cor e quadros, pode ser reutilizada para as mesmas lavagens, adicionando-se apenas água limpa na última lavagem. Uma vez que a água recirculada transporta partículas que devem ser eliminadas, esta deve ser filtrada antes de ser reutilizada. Quando a água de lavagem se encontra muito concentrada, procede-se à sua descarga e recomeça-se o processo com água limpa. Este sistema de reutilização de água permite poupar cerca de 80% do total de água consumida nas lavagens. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI).





### Benefícios Ambientais

- ✎ **Redução do consumo de água e de descarga de águas residuais**
- ✎ **Reutilização da água reduzindo o consumo de água nos banhos**
- ✎ **Optimização da operação da ETAR**



### Aspectos Económicos

- ✎ **Redução de custos associados ao abastecimento de água e ao tratamento de águas residuais**
- ✎ **Redução dos custos com produtos químicos**
- ✎ **No caso de recuperação e recirculação da água de lavagem da lã, por centrifugação ou ultra-filtração, há um investimento inicial na aquisição da centrífuga, ou equipamento de ultra-filtração, evaporador, filtro de manga para a caldeira, tubos, válvulas, entre outros, mas há uma redução significativa nos custos da captação de água e tratamento de águas residuais geradas e há o retorno financeiro da venda da gordura para recuperação da lanolina**
- ✎ **Na reutilização da última água de lavagem de lã (menos contaminada), através da sua filtração e reintrodução no processo como primeira água de lavagem, há um investimento inicial na instalação de um tanque, filtro, tubagens, bombas, válvulas, etc., no entanto há poupanças compensatórias no que diz respeito aos custos com o consumo de água e escoamento de águas residuais**
- ✎ **A reutilização da última água de lavagem do tingimento requer a implementação de um sistema de segregação das águas residuais assim como a aquisição de tanques de armazenamento para as águas residuais a reutilizar**
- ✎ **Para a recuperação das águas de lavagem do tingimento é necessário um investimento na instalação de osmose inversa; há também os custos de manutenção na compra de filtros, membranas e produtos químicos para as operações de limpeza e custos energéticos; no entanto há uma redução em 80% no consumo de água e 80% da quantidade de efluentes a tratar na ETAR, o que se reflecte em benefício económico para a organização**
- ✎ **Para a recuperação das águas de lavagem em estampanaria por quadro rotativo, é necessário um investimento na aquisição de tanques de armazenamento, sistema de filtração, bombas, tubagens, etc.; no entanto, há poupanças significativas na redução do consumo de água e geração de águas residuais (aproximadamente 80% de redução)**

## 6.2.6. Redução do consumo de água e geração de águas residuais nas operações de tingimento

O **tingimento** é uma operação que envolve o consumo de **uma grande quantidade de água** e a **maior contribuição provém das operações de preparação para o tingimento e sucessivas lavagens posteriores ao tingimento.**



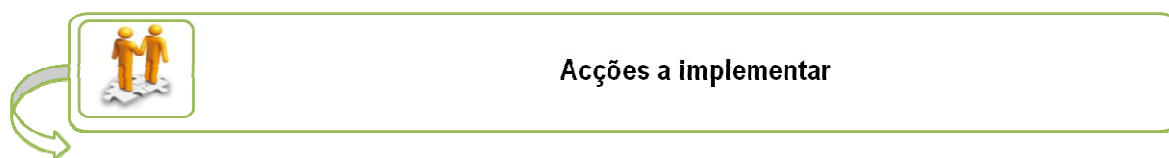
A fase de preparação para o tingimento implica várias operações que utilizam diversos produtos químicos e grande quantidade de água. Desta forma, gera-se uma grande quantidade de efluentes industriais com as características específicas dos tratamentos efectuados: efluentes ácidos ou alcalinos, com detergentes, agentes encolantes, ensimantes, etc.

Na fase de tingimento, efectua-se o tingimento propriamente dito e consecutivas lavagens para suprimir o excesso de corante e outros produtos químicos auxiliares. A temperatura e o tempo de tingimento são variáveis específicas de cada matéria-prima a tingir.

O tingimento pode ser efectuado de uma forma contínua ou descontínua. O tipo de equipamento utilizado, o tipo de corante, os produtos auxiliares, a temperatura e o tempo de tingimento são variáveis específicas de cada matéria-prima a tingir.

Os aspectos ambientais mais importantes obtidos nestas operações de tingimento são as águas residuais de elevada temperatura, fortemente contaminadas com cor, químicos, sais, etc.

No quadro abaixo estão identificadas algumas medidas de P+L para redução do consumo de água nas operações de tingimento.



- ✓ **No tingimento de cores médias a escuras é possível eliminar a etapa de preparação (purga), mediante a utilização de compostos específicos. Estes produtos proporcionam um sistema de purga e tingimento simultâneos, aplicável a qualquer tipo de fibra, embora a sua principal aplicação se dê no caso dos substratos de algodão, designadamente em banhos longos (malhas)**
- ✓ **No tingimento de poliéster, reutilizar os banhos claros para lavar equipamentos (1ª ou 2ª lavagem), como também, no tingimento de banhos escuros**
- ✓ **No caso de tingimento de fibras celulósicas, aplicar tingimento descontínuo a frio ("cold pad batch"). É um processo aplicável a fibras celulósicas, ambientalmente aceitável e que dá origem a tingimentos de qualidade. Elimina a presença de sal no efluente, reduz o consumo de água, energia e águas residuais geradas. Neste processo, o tecido é inicialmente impregnado com**

um licor contendo um corante reactivo específico e um agente alcalino. O tecido é posteriormente espremido para retirar o excesso de liquido carregado em rolos ou em caixas e coberto com filme plástico para evitar absorção do dióxido de carbono do ar ou evaporação de água, sendo depois armazenado por duas a doze horas. A lavagem é feita depois por qualquer dos processos convencionais. Este método permite a produção de 69 a 137 m/min, dependendo do tipo de produto, sendo de realçar a sua flexibilidade pois no mesmo equipamento podem tingir-se tecidos ou malhas, admitindo-se ainda variações de cor frequentes, uma vez que os corantes reactivos, sendo solúveis em água, permitem uma fácil limpeza do equipamento. Devem no entanto, ter-se em conta alguns factores tais como: controlar a alcalinidade do banho; ajustar as receitas de tingimento para a utilização desta tecnologia; utilizar tempos de imersão longos, baixa relação de banho e volume reduzido no equipamento; efectuar uma boa preparação para o tingimento; controlar a temperatura evitando tingir material quente vindo directamente da preparação; manter a mistura do tingimento fria utilizando, por exemplo, uma camisa de arrefecimento.

(Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil);

#### ✓ Aplicar o método de tingimento aerodinâmico

O sistema aerodinâmico constitui uma evolução no equipamento de tingimento - "JET". O sistema de tingimento aerodinâmico baseia-se numa tecnologia que se distingue fundamentalmente do princípio hidráulico dos equipamentos convencionais "JET" e "Overflow". Os corantes e os produtos químicos auxiliares estão dissolvidos no banho de tratamento e são injectados directamente numa corrente de ar. Desta forma, consegue-se que o banho esteja finamente disperso e distribuído uniformemente na superfície do material têxtil, obtendo-se assim, a penetração adequada e por consequência um bom intercâmbio entre o banho e a fibra. Os tempos de aquecimento, com este tipo de equipamento, são reduzidos uma vez que existe uma eficiente troca de calor por meio de vapor directo. Além disso as relações de banho são extremamente curtas, mesmo em carga incompleta e o tempo de processamento é menor (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI);

#### ✓ Reduzir a relação de banho em processos descontínuos

A redução da relação de banho pode obter-se adquirindo equipamentos de tingimento mais eficientes. No quadro seguinte apresentam-se relações de banhos em diferentes equipamentos.

Quadro 5 - Relação de banhos em equipamentos de tingimento

Equipamento de tingimento	Relação de banho convencional
Tingimento de cones	1:8
Tingimento de rolos	1:8
Tingimento de tecidos - Barca	1:20 - 1:40
Tingimento em <i>Jet</i>	1:4 - 1:12
Tingimento em <i>Overflow</i>	1:4 - 1:7
Tingimento em <i>Jigger</i>	1:3 - 1:6
Tingimento em <i>Foulard</i> (impregnação)	1:1



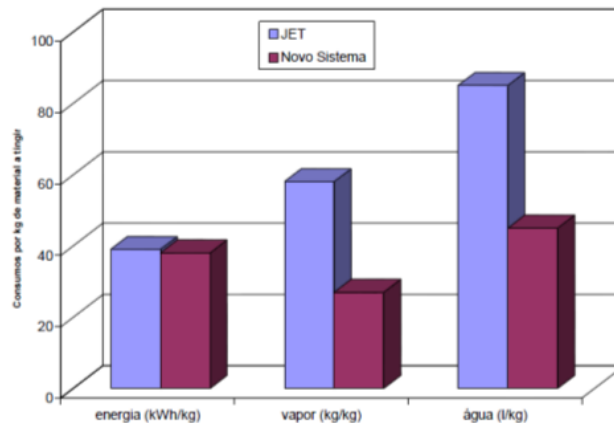
### Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução no consumo de água**
- ✧ **Redução da quantidade de efluente a tratar na ETAR**
- ✧ **No caso da aplicação do método de tingimento descontínuo a frio ("cold pad batch"), redução da carga em CBO do efluente, redução no consumo de corantes e produtos químicos auxiliares, redução no consumo de água e energia**
- ✧ **No caso da aplicação do método de tingimento aerodinâmico**
  - redução no consumo de água: 40 - 50%;
  - redução no consumo de corantes;
  - redução no consumo de produtos químicos auxiliares;
  - redução no consumo de vapor: 40 - 50%;
  - redução no consumo de energia: 3%;
  - redução no caudal de águas residuais a tratar na ETAR: 40 - 50%;



### Aspectos Económicos

- ✧ **Redução do custo na aquisição de corantes e produtos químicos auxiliares**
- ✧ **Redução do custo do tratamento de águas residuais**
- ✧ **Para o tingimento descontínuo a frio ("cold pad batch"), investimento inicial na aquisição de uma unidade de foulardagem, um sistema de manuseamento de material, um equipamento de mistura para o sistema agente alcalino/corante, equipamento de armazenagem e equipamento de lavagem**
- ✧ **Para o tingimento aerodinâmico, o investimento inicial consiste na aquisição de sistemas de tingimento aerodinâmicos. No entanto considerando a substituição de um "Jet" por um sistema aerodinâmico com idêntica capacidade, obtêm-se poupanças esquematizadas no gráfico da figura seguinte**



Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI

Figura 20- Poupanças no consumo de energia, vapor e água decorrentes do tingimento aerodinâmico.

### 6.2.7. Redução do consumo de água nas operações de refrigeração

Atendendo ao seu conteúdo energético, a água proveniente de arrefecimentos de não contacto pode ser aproveitada noutras operações. Seguidamente são apresentadas algumas medidas de P+L para redução do consumo de água nas operações de refrigeração.



#### Ações a implementar

- ✓ **Recircular a água no próprio equipamento, por meio de sistema de refrigeração em circuito fechado**
- ✓ **Reutilizar a água de refrigeração em processos que não necessitem de água potável**
- ✓ **Sempre que a água proveniente de sistemas de refrigeração não circule em circuito fechado, pode ser aproveitada atendendo ao seu conteúdo energético. Esta água limpa e quente, pode ser aproveitada para banhos de tingimento ou em qualquer outra etapa do processo produtivo que se inicie a quente. O tingimento só tem início quando o banho se encontra a uma determinada temperatura, específica da classe de corantes utilizados. O facto de se utilizar água de arrefecimento na preparação do banho vai exigir apenas um pequeno aquecimento adicional por forma a atingir-se a temperatura desejada no início do tingimento. Desta forma poupa-se água e energia (Fonte: PNAPRI - Guia Técnico de Sector Têxtil, INETI).**



### Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução no consumo de recursos naturais (água e energia)**
- ✧ **Optimização da operação da ETAR**



### Aspectos Económicos

- ✧ **Custos com a implementação de um sistema de segregação das águas residuais, assim como com a aquisição de tanques de armazenamento para as águas residuais a reutilizar**
- ✧ **Redução do custo do tratamento de águas residuais**
- ✧ **Redução com gastos energéticos**

## 6.2.8. Recuperação e reutilização de banhos

Deverá ser estudada a possibilidade de recuperação e reutilização de banhos. Seguidamente, são apresentadas algumas acções que poderão ser tomadas, nas operações de branqueamento, tingimento e carbonização.



### Acções a implementar

#### ✓ **Reutilização do banho de branqueamento**

Pelo facto da operação de branqueamento, ser uma operação em "batch", a reutilização do banho apresenta alguma complexidade devido à ocorrência intermitente das correntes. No entanto, tal pode ser conseguido se existirem tanques de armazenamento apropriados. O banho residual contém parte do agente alcalino e as calorias necessárias para a próxima operação de branqueamento, necessitando apenas da adição de peróxido e outros produtos químicos para se reconstruir o banho.

Desta forma, reduz-se o consumo de produtos químicos, água e energia, assim como se diminui o caudal de água residual (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI);

### ✓ Reutilização de banhos de tingimento

A reutilização dos banhos de tingimento fazendo "make-up's" de corantes e de produtos químicos auxiliares após cada ciclo de tingimento, permite reduzir custos, consumo de energia e quantitativos de águas residuais rejeitadas.

A reutilização de banho de tingimento processa-se em 4 fases. Na primeira fase armazena-se o banho usado num tanque ou desloca-se o banho para uma máquina de tingimento semelhante. Uma forma de reutilização de banhos de tingimento consiste em mover o banho entre duas ou mais máquinas. Por exemplo, a máquina (A) pode estar a preparar o fio, enquanto outra (B) está a tingir. Quando se completa o ciclo B o banho é enviado para A para renovação e reutilização. Ao mesmo tempo o fio em B é lavado, descarregado e uma nova carga é feita. Ao mesmo tempo A completa o tingimento e o banho volta para B para outra reutilização.

Na segunda fase analisa-se ou estima-se a composição em corante e químicos no banho usado. A composição em corante é determinada utilizando um espectrofómeto; a composição em químicos pode ser estimada tendo em conta a experiência, baseando-se em perdas por esgotamento, volatilização etc., (usualmente entre 10 a 15%).

Na terceira fase adicionam-se os químicos e corantes necessários para renovar o banho e ainda água.

Na quarta fase arrefece-se o banho a uma temperatura adequada ao início do próximo tingimento, uma vez que o banho usado está quente. Poupa-se tempo e energia iniciando-se o tingimento seguinte à temperatura mais elevada possível, de acordo com os factores de qualidade pretendidos.

O número de vezes que um banho pode ser reutilizado depende da qualidade requerida, da acumulação de impurezas e de outros factores.

Existe uma grande variedade de classes de corantes. Cada classe é específica de um tipo de fibra e requer diferentes condições de esgotamento, químicos, pH, equipamento, etc.. Os sistemas de mais fácil adaptação à reutilização de banhos de tingimento são os que utilizam classes de corantes que menos se alteram durante o processo de tingimento, como sejam: corantes ácidos para poliamida e lã, corantes básicos para acrílico e alguns copolímeros, corantes directos para algodão e corantes para polímeros sintéticos (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI);

### ✓ Recuperação do banho de carbonização

A operação de carbonização pode realizar-se em tela crua ou em tecidos já tingidos. Por vezes, devido a exigências de produção, as cargas a carbonizar, têm cores muito distintas, pelo que, por exemplo, um banho de carbonização utilizado num tecido azul é rejeitado se a carga seguinte é tecido cru. Este tipo de procedimento conduz ao desperdício de ácido sulfúrico, à acidificação das águas residuais da empresa e ao conseqüente aumento de custos de tratamento. Apesar do ácido sulfúrico não ser considerado um produto caro, pode em empresas que produzam uma grande variedade de cores, constituir um custo considerável, quer em ácido, quer no tratamento do efluente. Uma simples medida de gestão dos banhos de carbonização pode reduzir este custo. Em alternativa ao sistema: nova cor, novo banho, pode recorrer-se à armazenagem do banho já utilizado, identificando no recipiente de armazenagem a cor do material tratado, por forma a que numa nova carga a carbonizar se verifique rapidamente se existe algum banho recuperado (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI).



### Benefícios Ambientais

#### ✎ No caso da reutilização do banho de branqueamento

- redução no consumo de produtos químicos;
- redução no consumo de energia;
- redução no consumo de água;
- redução da quantidade de águas residuais a tratar na ETARI.

#### ✎ No caso da reutilização do banho de tingimento

- redução da quantidade de efluente a tratar na ETARI;
- redução da carga em CBO do efluente;
- redução no consumo de corantes;
- redução no consumo de produtos auxiliares;
- redução no consumo de água.

#### ✎ No caso da recuperação do banho de carbonização

- redução no consumo de ácido sulfúrico;
- redução da quantidade de efluente a tratar na ETARI;
- redução de acidez do efluente a tratar na ETARI.



### Aspectos Económicos

#### ✎ Redução do custo do tratamento de águas

#### ✎ Redução com gastos energéticos

## 6.2.9. Redução da contaminação das águas residuais

A cor é um dos principais contaminantes das águas residuais resultantes da Indústria têxtil. Há, no entanto, outro tipo de produtos químicos utilizados no processo que originam poluição nos efluentes gerados. Estas contaminações são de difícil eliminação nas estações de tratamento de águas residuais. Desta forma, deverão ser aplicadas técnicas/tecnologias que permitam ter um efluente menos contaminado e de mais fácil tratamento.







## Acções a implementar

### ✓ Nas operações de tingimento

- utilizar os corantes de uma forma racional;
- utilizar processos de tingimento que garantam um elevado nível de exaustão e fixação do corante e que minimizem a contaminação de águas residuais;
- consultar toda a informação presente na ficha de dados de segurança do corante e avaliar os impactes ambientais antes da sua utilização;
- evitar a utilização de corantes altamente tóxicos ou sobre os quais não existam informações ambientais disponíveis;
- informar *designers* e estilistas sobre os impactes ambientais de determinados corantes e recomendar alternativas mais seguras;
- estabelecer um controlo de qualidade de corantes para garantir a sua qualidade e desempenho.

### ✓ Na operação de lavagem de lã recuperar a lanolina

A operação de lavagem de lã para remoção de contaminantes naturais como suarda, gorduras, pectinas e cera (cutina) é feita utilizando água quente, detergente e um agente alcalino.

Nesta operação gera-se uma grande quantidade de água residual, pois a lavagem de 1Kg de lã utiliza cerca de 35 l de água. Sendo uma operação efectuada em vários tanques verifica-se que a primeira água de lavagem apresenta um elevado teor em sólidos, que vai diminuindo ao longo do processo. Tal como anteriormente referido, sendo a lanolina uma matéria-prima utilizada na indústria de cosméticos, a sua extracção da primeira água de lavagem (mais concentrada) resultará na diminuição de carga orgânica veiculada pela água residual e na obtenção de uma mais valia proveniente da venda da lanolina obtida.

### ✓ Na operação de carbonização da lã efectuar a filtração do banho

A carbonização consiste na eliminação de substâncias celulósicas presentes na lã (que não foram eliminadas na lavagem inicial) através da impregnação do tecido em soluções diluídas de ácido sulfúrico. Após a impregnação, segue-se a secagem e o aquecimento a temperatura elevada por forma a destruir (carbonizar) as substâncias celulósicas. O tecido é finalmente batido para eliminar as partículas carbonizadas e neutralizado. A filtração contínua da solução ácida utilizada, elimina as impurezas presentes na solução, otimizando o consumo de ácido e reduzindo o teor em sulfatos no efluente de carbonização.

### ✓ Realizar a operação de branqueamento com peróxido de hidrogénio

A utilização de produtos clorados para o branqueamento, tal como o hipoclorito de sódio, apresenta alguns problemas ambientais devido ao elevado teor em cloro presente nas águas residuais resultantes da operação. Atendendo às características do efluente formam-se compostos organoclorados de elevada toxicidade. A substituição deste tipo de produto por peróxido de hidrogénio **elimina por completo a presença de cloro no efluente, sem prejudicar a qualidade do produto final.**

Após branqueamento com peróxido de hidrogénio **lavar a peça com uma preparação de enzimas que degrada o peróxido de hidrogénio**, resultando como produtos finais oxigénio gasoso e água. Em condições industriais a degradação completa do peróxido de hidrogénio demora 15 a 20 min, tempo ao fim do qual, se pode dar início ao tingimento. Estas enzimas são 100% biodegradáveis.

### ✓ Realizar a pré-humidificação na operação de encolagem

Esta tecnologia consiste em humedecer o fio antes da operação de encolagem. A humidificação tem como função limpar o exterior do fio por forma a melhorar a adesão do encolante e impedir o encolante de penetrar até ao interior do fio. Esta tecnologia permite reduzir entre 25 a 35% do agente encolante utilizado sem a introdução de efeitos negativos na tecelagem, sendo mesmo, em alguns casos, melhorado o desempenho da tecelagem.

Esta tecnologia pode ser introduzida em máquinas já existentes, podendo ser utilizada quando o agente encolante é amido, PVA ou misturas de amido-PVA (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI).

### ✓ Realizar a operação de desencolagem com peróxido de hidrogénio

A desencolagem, quando se utiliza amido como encolante, pode ser realizada em meio alcalino ou ácido, ou recorrendo a enzimas, ou por oxidação com peróxido de hidrogénio. A utilização de meio alcalino ou ácido origina alguma degradação de fibra e simultaneamente, dá origem a um efluente ambientalmente agressivo, que requer uma etapa de neutralização antes de ser descarregado no meio receptor.

A utilização de enzimas, apesar de serem menos agressivas para as fibras, dá origem à formação de anidroglicos e que apresenta uma elevada carência bioquímica de oxigénio (CBO), enquanto o recurso a peróxido de hidrogénio dá origem a CO<sub>2</sub> e água, conduzindo a um teor bastante mais pequeno de CBO.

A desencolagem com peróxido de hidrogénio resulta numa diminuição de CBO presente no efluente e um controlo rigoroso das condições de temperatura, tempo de operação e concentração de químicos, permitindo pois realizar sem qualquer problema este tipo de desencolagem, com a eliminação dos desagradáveis problemas de oxidação do algodão. (Fonte: PNAPRI - Guia Técnico Sectorial, INETI).

### ✓ Realizar a desencolagem enzimática

Substituindo as tradicionais enzimas (que geram elevados valores de CBO), por outras que degradem o agente encolante em etanol. O etanol pode ser recuperado por destilação e vendido como subproduto ou usado como combustível. Desta forma, reduz-se a CBO da água residual proveniente deste processo, obtendo-se ainda vantagens económicas.

### ✓ Recuperar o agente encolante presente nas águas residuais resultantes da lavagem das peças de algodão antes da operação de tingimento

A encolagem é uma operação fundamental no subsector do Algodão, no entanto, o agente encolante adicionado ao fio nesta operação tem de ser retirado antes das operações de tingimento, por forma a garantir a uniformidade do mesmo. Os tipos mais comuns de agentes encolantes são o amido e seus derivados, o álcool polivinílico (PVA), a celulose metil carboxilica (CMC), o ácido poliacrílico (PAA) entre outros, sendo o amido o mais utilizado. O amido é removido por degradação sob a acção de oxidantes, ácidos, bases ou enzimas, não sendo por isso recuperável. Os outros tipos de agentes encolantes, apesar de mais caros, são mais ou menos recuperáveis.

Quando se pretende recuperar o agente encolante, submete-se a água de lavagem utilizada a um processo de filtração para eliminar as partículas em suspensão de maior dimensão, nomeadamente fibras. Após a filtração, a água é alimentada a uma unidade de ultra filtração que separa o agente encolante da água de lavagem. Desta forma, recupera-se cerca de 80% do encolante e cerca de 90% da água utilizada na lavagem, com a consequente diminuição dos consumos e da geração de efluentes líquidos contaminados.

Apesar de interessante esta medida só parece viável em empresas verticais que incluem todas as operações, desde a fiação até aos acabamentos, ou mesmo confecção.

Na realidade, as empresas subcontratadas por outras, para realizar as operações de tinturaria, como é nas operações de preparação para o tingimento que se retira o agente encolante, não fazem a sua recuperação. No entanto, este poderia ser outro serviço oferecido pelas empresas de ultimação.

### ✓ **Recuperação de soda cáustica na operação de mercerização**

A mercerização é uma operação efectuada com uma solução de soda cáustica concentrada, resultando águas residuais extremamente alcalinas. A recuperação da solução alcalina resulta numa poupança de produtos químicos e água, evitando-se também a descarga de uma água residual fortemente contaminada.

Para tal o efluente da mercerização, que contém soda cáustica e fibras, é submetido a uma filtração para eliminar as fibras, seguida de uma evaporação, normalmente em evaporadores de multi-efeito para poupança de energia. Desta forma, a água residual com uma concentração inicial em soda cáustica de cerca de 5% em peso, é separada em duas correntes: uma de água limpa que pode ser reutilizada em qualquer local do processo produtivo e outra de soda caustica concentrada, 25 a 49% em peso, reutilizável no processo de mercerização ou em qualquer outra parte do processo.

### ✓ **Proceder à neutralização dos efluentes alcalinos com CO<sub>2</sub>**

Os efluentes resultantes das operações de acabamento apresentam, em algumas indústrias, características de elevada alcalinidade, o que obriga normalmente ao seu tratamento antes da descarga em meios receptores, sejam eles camarários ou naturais.

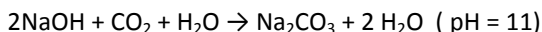
No passado e cada vez menos nos dias de hoje, eram utilizados ácidos minerais, como por exemplo o ácido sulfúrico para neutralização de efluentes alcalinos. Este processo está no entanto a ser substituído, pelos elevados riscos e cuidados que é preciso ter tanto no seu manuseamento como na sua utilização. O ácido sulfúrico, como agente de neutralização, provoca a formação de sulfato, composto cuja concentração também é limitada pela legislação.

O CO<sub>2</sub> contido nos gases de combustão das caldeiras, torna-se, por isso, um excelente agente de neutralização, apresentando na prática as seguintes vantagens relativamente aos ácidos:

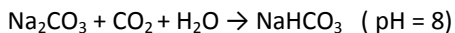
- CO<sub>2</sub> está disponível nos gases das caldeiras a custo zero;
- Durante a neutralização formam-se bicarbonatos ecologicamente neutros;
- Não há aumento de sulfatos nem de cloretos no efluente;
- Não há risco de super-acidificação do efluente, pelo que não são necessários equipamentos tecnologicamente complexos e caros;
- Não existe perigo de corrosão de paredes, de estruturas de betão ou equipamentos fabris, em virtude de não haver vazamentos ou formação de vapores ácidos;
- Diminuição da emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera;
- Manuseamento da instalação simples e sem perigo para os operadores.

Neste sistema de neutralização, os gases começam por ser aspirados da chaminé por um tubo de aspiração através de um compressor de gases. Simultaneamente, é utilizado o próprio efluente para arrefecer e limpar os gases, antes de estes entrarem no compressor. Os gases arrefecidos e comprimidos são enviados para o reactor de neutralização, onde são misturados com o efluente. O número de tubos do reactor e respectivas dimensões são fabricados de acordo com a carga alcalina média do efluente. No reactor dá-se a reacção de neutralização, que se processa por duas fases. Na primeira fase, dá-se a formação de carbonato de sódio e, numa segunda fase, dado ao excesso de CO<sub>2</sub>, o carbonato reage, dando origem a bicarbonato de sódio (ver reacções abaixo). No final, verifica-se o pH através de uma sonda de controlo de pH instalada on-line que garante a descarga do efluente dentro dos limites fixados.

### 1ª fase



### 2ª fase



### Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução do consumo de água**
- ✧ **Redução da contaminação da água (carga orgânica, agentes químicos, etc.)**
- ✧ **Com a recuperação da lanolina, reaproveitamento de um resíduo/subproduto e redução da contaminação da água**
- ✧ **No caso da filtração do banho de carbonização da lã, otimização do consumo de ácido e redução do teor em sulfatos no efluente de carbonização**
- ✧ **Na realização de branqueamento com peróxido de hidrogénio redução no consumo de produtos clorados, redução da presença de organoclorados no efluente gerado**
- ✧ **Na realização da operação de descolagem com peróxido de hidrogénio, redução do tempo do processo, redução no consumo de ácidos minerais ou de bases, redução do teor alcalino do efluente gerado**
- ✧ **Na descolagem enzimática, redução no consumo de ácidos minerais ou de bases, redução do consumo de energia, redução do teor alcalino ou ácido do efluente**
- ✧ **No caso da aplicação da pré-humidificação antes da encolagem, redução no consumo de agente encolante de 25 a 30%**
- ✧ **No caso da recuperação do agente encolante**
  - redução no consumo de encolante: 80%;
  - redução no consumo de água: 70%;
  - redução da quantidade de efluente a tratar na ETARI: 80%;
  - redução de carga em CBO do efluente: 20%.
- ✧ **No caso da neutralização de efluentes, redução no consumo de produtos químicos e redução das emissões de CO<sub>2</sub>**



### Aspectos Económicos

- ✧ A implementação de medidas de redução da contaminação de águas residuais leva à redução dos custos com o seu tratamento
- ✧ Para a recuperação da lanolina é necessário um investimento inicial na centrífuga e no tanque de armazenamento para a lanolina recuperada; há um aumento do consumo de energia eléctrica, mas redução nos custos com o tratamento do efluente de lavagem da lã e retorno financeiro com a venda da lanolina
- ✧ Para a aplicação da técnica de pré-humidificação antes da encolagem, há um investimento inicial na aquisição do equipamento de pré-humidificação, mas retorno com as poupanças de agente encolante, de energia, de produtos químicos e de água no processo de desencolagem
- ✧ No caso da neutralização de efluentes há um investimento na aquisição do equipamento, um compressor, um reactor de neutralização e outros equipamentos auxiliares e verifica-se um ligeiro aumento no consumo de energia; há no entanto poupanças em termos de consumos de ácidos minerais

## 6.2.10. Utilização de efluentes tratados

Tendo em conta que a reutilização de águas tem um impacte significativo na redução do consumo deste recurso natural e que a água de reutilização é cerca de 75% mais barata do que a água potável, deverão pesquisar-se todas as possibilidades de reutilização. Seguidamente são descritas algumas acções possíveis de implementar na indústria têxtil e que estão relacionadas com a utilização de efluentes tratados.



### Acções a implementar

#### ✓ Utilizar efluentes industriais tratados

Neste caso será necessário:

- a instalação de tubagem para ligação da empresa até a estação de tratamento ou utilização de camiões cisterna para o transporte da água;
- a construção de caixas de água para recepção e armazenamento da água de reutilização;
- a adequação da qualidade da água para entrada na caldeira (dureza, condutividade, sais), através de bombas e doseadores automáticos.

- ✓ **Reutilizar efluentes industriais tratados na ETAR da empresa para a lavagem de equipamentos, pisos, filtros, entre outros**



### Benefícios Ambientais

- ✎ **Redução do consumo de água**
- ✎ **Redução do uso de produtos químicos**
- ✎ **Redução do consumo de energia**

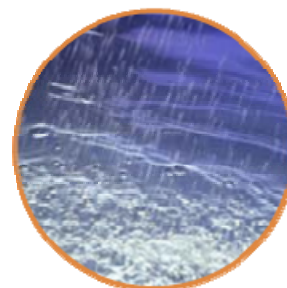


### Aspectos Económicos

- ✎ **Redução dos custos de processo uma vez que a água de reutilização é cerca de 75% mais barata do que a água potável**

## 6.2.11. Utilização de águas pluviais

As águas resultantes da chuva podem ser utilizadas no processo produtivo e no conforto interno do ambiente fabril. Seguidamente destacam-se algumas acções que contribuirão para uma produção mais limpa.



### Acções a implementar

- ✓ **Utilização de águas pluviais nas actividades da indústria têxtil**
  - As águas pluviais provenientes dos telhados do(s) pavilhão(ões) industrial(is) e área(s) administrativa(s) deverão ser recolhidas e armazenadas em cisternas.
  - Deverá ser elaborado um estudo que permita identificar a possibilidade da utilização das águas pluviais em algumas actividades da indústria têxtil, nomeadamente em certas etapas do processo de lavagem, em instalações sanitárias e rega de espaços verdes.

### ✓ **Utilização de águas pluviais no conforto interno de ambiente**

- As águas da chuva provenientes dos telhados do(s) pavilhão(ões) industrial(is) e área(s) administrativa(s) deverão ser armazenadas e utilizadas em sistemas de refrigeração de telhados dos pavilhões industriais, usando aspersores em circuito fechado



- ✎ **Redução no consumo de recursos naturais ou água potável**
- ✎ **Utilização de sistemas de refrigeração menos complexos na área industrial que, por consequência, origina uma economia da energia eléctrica**
- ✎ **Melhoria do conforto térmico do ambiente de trabalho**



- ✎ **Redução dos custos com o consumo de água**
- ✎ **Redução do uso de produtos químicos e do consumo de energia eléctrica em comparação com os sistemas de refrigeração convencionais**
- ✎ **Redução de utilização de sistemas de refrigeração**

### 6.3. Resíduos

Ao longo da cadeia têxtil existem diversas operações que geram resíduos, desde o descaroçamento do algodão até restos de fios e tecidos nas confecções, variando estes refugos quanto à **característica e quantidade**. Em especial, merecem destaque os resíduos perigosos oriundos da utilização de produtos químicos, como por exemplo, a perda de pasta na estamparia, a geração de lamas, entre outros. No quadro seguinte, são descritos os tipos de resíduos gerados na indústria têxtil, sendo identificada a sua proveniência, bem como o código LER associado.

**Quadro 6 – Resíduos gerados pela Indústria Têxtil**

ORIGEM	RESÍDUOS	LER
<b>Resíduos do processo produtivo</b>	Resíduos da indústria têxtil	04 02
	Resíduos de materiais compósitos (têxteis impregnados, elastômeros, plastômeros)	04 02 09
	Matéria orgânica de produtos naturais (por exemplo, gordura, cera)	04 02 10
	Resíduos dos acabamentos, contendo solventes orgânicos	04 02 14 (*)
	Resíduos dos acabamentos não abrangidos em 04 02 14	04 02 15
	Corantes e pigmentos contendo substâncias perigosas	04 02 16 (*)
	Corantes e pigmentos não abrangidos em 04 02 16	04 02 17
	Lamas do tratamento local de efluentes contendo substâncias perigosas	04 02 19 (*)
	Lamas do tratamento local de efluentes não abrangidas em 04 02 19	04 02 20
	Resíduos de fibras têxteis não processadas	04 02 21
	Resíduos de fibras têxteis processadas	04 02 22
	Outros resíduos não anteriormente especificados	04 02 99
<b>Estação de tratamento de efluentes</b>	Lamas do tratamento local de efluentes	10 12 13
<b>Embalagem</b>	Embalagens de papel e cartão	15 01 01
	Embalagens de plástico	15 01 02
	Embalagens de madeira	15 01 03
	Papel e cartão	20 01 01
	Plásticos	20 01 39
<b>Manutenção</b>	Óleos minerais clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 04 (*)
	Óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação	13 02 05 (*)
	Óleos sintéticos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 06 (*)
	Óleos facilmente biodegradáveis de motores, transmissões e lubrificação	13 02 07 (*)
	Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	13 02 08 (*)

(\*) Resíduo perigoso

O novo regime geral de gestão de resíduos, republicado pelo Decreto-Lei nº 73/11, de 17 de Junho define os **Princípios da Hierarquia de Gestão de Resíduos, ilustrados na figura seguinte.**





Figura 21 - Princípios da hierarquia de gestão dos resíduos

A **Prevenção**, no seio da qual se insere a problemática da redução, **escala-se no topo da hierarquia europeia da gestão de resíduos** e pode entender-se de dois modos:



Através da prevenção da geração de resíduos industriais, **umenta-se a eco-eficiência e reduzem-se os custos não produtivos de tratamento e destino final**, obtendo-se benefícios económicos quantificáveis nas Organizações.

Em **contexto industrial a prevenção da geração de resíduos** passa essencialmente, pela aplicação de **três atitudes**:

- ✓ **Repensar/Racionalizar** - que pressupõe a mudança de comportamentos, alguns aparentemente simples como a eliminação do desperdício ocasionado pela falta de informação dos colaboradores ou mesmo por atitudes negligentes. Outras situações são mais complexas, como alterar as matérias-primas e/ou os processos e/ou as tecnologias.
- ✓ **Recusar** - que subentende a rejeição de matérias-primas, matérias subsidiárias, produtos, processos e/ou tecnologias que causem danos à saúde ou ao meio ambiente.
- ✓ **Reduzir a geração de resíduos - ou seja, consumir menos e melhor, racionalizando o uso de materiais no quotidiano da indústria e que pode implicar :**
  - Medidas para melhorar os índices de produtividade e rendibilidade;
  - Alterações organizacionais na empresa;

- Melhorias no controlo e supervisão interno;
- Alterações tecnológicas no processo;
- Aplicação de tecnologias mais limpas ou as melhores tecnologias disponíveis aos processos produtivos e de suporte;
- Medidas de poupança de matérias-primas;
- Recuperação de materiais / produtos / aproveitamento de resíduos;
- Sensibilização e formação de todas as partes envolvidas na Organização.

Sendo a Prevenção a primeira das opções da estratégia comunitária e nacional em matéria de gestão de resíduos industriais, segue-se a **Reutilização** e a **Reciclagem**, constituindo **igualmente formas de redução da sua produção** com influência directa na análise do ciclo de vida do produto, no fluxo da matéria-prima e no consumo de recursos.

O Governo considera prioritário reforçar a prevenção da produção de resíduos e fomentar a sua Reutilização e Reciclagem, com vista a prolongar o seu uso na economia antes de os devolver em condições adequadas ao meio natural.

Desta forma, prevê-se a aprovação de programas de prevenção e estabelecem-se metas de Reutilização, Reciclagem e outras formas de Valorização material de resíduos a cumprir até 2020.

Ainda no âmbito da hierarquia de gestão de resíduos e quando as opções de Prevenção, Reutilização e Reciclagem material não são viáveis, deverá optar-se por **outros tipos de valorização**. Por exemplo, uma das actuais opções de destino para o Tratamento e Valorização dos resíduos industriais perigosos são as instalações de co-incineração, onde há Valorização energética.

**Esgotadas todas as soluções referidas da hierarquia de gestão de resíduos, sucede-se a Eliminação**, definida como, qualquer operação com vista a um destino final adequado de resíduos. Em Portugal, é proibida a realização de operações de tratamento de resíduos não licenciadas e são igualmente proibidos o abandono de resíduos, a incineração de resíduos no mar e a sua injeção no solo, a queima a céu aberto que não seja devidamente controlada, bem como a descarga de resíduos em locais não licenciados para realização de tratamento de resíduos.

A **orientação básica aplicada nas medidas de P+L** para os resíduos é praticar sempre os denominados “3Rs”, de forma cíclica ou periódica, nesta ordem:

- 1º Reduzir a geração de resíduos (nos processos produtivos e operações auxiliares);
- 2º Reutilizar os resíduos “**inevitáveis**” (aproveitá-los, sem quaisquer tratamentos);
- 3º Reciclar os resíduos “**inevitáveis**” (aproveitá-los após quaisquer tratamentos necessários dentro do processo ou mesmo fora do processo produtivo).



Para 2º e 3º passos, procurar esgotar-se primeiro as possibilidades de aproveitamento interno, nas próprias actividades da unidade produtiva; somente depois, procurar alternativas de aproveitamento externo, em instalações de terceiros.

Os resíduos que restarem dos “3Rs”, devem ser segregados, recolhidos, acondicionados e enviados para destino final adequado, de acordo com a legislação ambiental em vigor.

Seguidamente são descritas boas práticas e medidas preventivas da geração de resíduos aplicáveis à Indústria Têxtil e que contribuirão para uma P + L neste Sector.



ELABORAÇÃO DE UM ESTUDO DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS



REDUÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS EM PROCESSOS ESPECÍFICOS



REDUÇÃO DO CONSUMO DE EMBALAGENS



AValiação DA POSSIBILIDADE DE CRIAR SUBPRODUTOS DERIVADOS DE RESÍDUOS

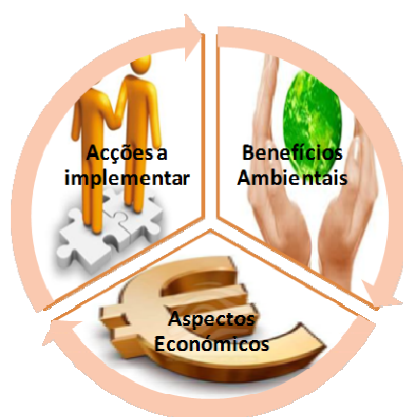


VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DOS RESÍDUOS GERADOS



IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS

Tal como nos subcapítulos anteriores do presente manual, os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



### 6.3.1. *Elaboração de um estudo de minimização de resíduos*

A produção de resíduos constitui por si só um dos maiores problemas ambientais do mundo actual, estando na origem de muitos, como a contaminação de solos e águas, as emissões de gases com efeito de estufa, os incêndios florestais, os riscos para a saúde pública... Por outro lado, a minimização dos resíduos constitui uma das maiores esperanças para preservar o meio ambiente.



Podemos definir a minimização de resíduos como a adopção de medidas organizacionais e operacionais que permitam diminuir, dentro do económica e tecnicamente viável, a quantidade e/ou perigosidade dos resíduos gerados que necessitam de um tratamento ou eliminação final.

Para o conseguir parte-se de medidas orientadas à redução de resíduos na origem e, quando esta não seja possível, deve proceder-se à reciclagem dos resíduos, no mesmo processo ou em outro, ou à recuperação de determinados componentes ou recursos que contêm.

A minimização é uma opção prioritária para resolver o problema ambiental que representa a produção de resíduos pelas empresas. Constitui também uma importante oportunidade económica para reduzir os custos produtivos e conseguir melhorias induzidas, aumentando assim a competitividade das empresas.

O esforço a realizar por uma empresa para promover a elaboração e posterior implementação de um estudo de minimização dos seus resíduos dependerá, basicamente do estado inicial de que parta, pelo que, uma vez superadas as dúvidas iniciais, a minimização pode tornar-se muito rentável, proporcionando benefícios consideráveis não só do ponto de vista ambiental, mas também económico e social.



#### Acções a Implementar

- ✓ **Planeamento e Organização Prévia**
- ✓ **Plano de Minimização de Resíduos**

Pormenoriza-se de seguida cada uma destas acções:

#### ✓ **Planeamento e Organização Prévia**

Para pôr em prática as técnicas de redução de produção de resíduos numa empresa em particular, há que estudar previamente todos os aspectos, não só os ambientais mas também necessidades de organização, viabilidade técnica e económica, etc.

**O planeamento e organização prévia de um plano de minimização de resíduos** requer as seguintes etapas:

- **Obter o apoio de Gestão de Topo da empresa que deve:**
  - Adquirir consciência dos benefícios do plano assim como do custo associado.
  - Definir objectivos.
  - Formalizar o apoio por escrito.

- **Nomear o responsável pela implementação do estudo de minimização de resíduos**

*O responsável deve estar dotado de:*

- Autoridade necessária para desenvolver o trabalho encomendado.
- Tempo necessário, em função do tamanho da empresa e da magnitude do trabalho a realizar.
- Um fácil acesso à direcção, de modo que a possa informar pontualmente sobre os progressos realizados e os possíveis conflitos que podem surgir.

*Por sua vez a pessoa ideal para ocupar este posto deverá:*

- Estar familiarizada com o plano, com os seus processos e com os resíduos gerados.
- Conhecer o funcionamento interno da empresa e os seus funcionários.
- Conhecer a filosofia da minimização e métodos para a desenvolver.
- Ter capacidade de liderança, que implica ser capaz de coordenar, dirigir e motivar a equipa de trabalho.

- **Formar a equipa de trabalho:**

- Envolvendo todos os departamentos da empresa;
- Coordenando o plano com outros programas existentes.

- **Envolver todos os trabalhadores da empresa:**

- Formando-os para que saibam o que é suposto que façam.
- Motivando-os para obter a sua colaboração.

Este é um dos aspectos primordiais para que um estudo de minimização de resíduos tenha êxito. Os trabalhadores são quem está mais directamente em contacto com os resíduos e o modo como trabalham pode contribuir para a sua produção, pelo que desempenham um papel primordial para identificar problemas e planear soluções. É necessário que compreendam os motivos do estudo, que se familiarizem com as alterações propostas e se sintam uma parte importante do programa em curso. Neste último aspecto torna-se fundamental o reconhecimento das suas contribuições.

### OBJECTIVOS DO PLANO

Os objectivos do plano de minimização de resíduos de cada empresa dependerão de muitos factores, mas devem ser sempre:

- Consistentes com o resto dos objectivos da empresa.
- Flexíveis, para se adaptarem a uma realidade em mudança.
- Quantificáveis, para medir os avanços e efectuar um seguimento.
- Compreensíveis por todos os empregados.
- Alcançáveis com os meios que se vão alocar.

### BENEFÍCIOS DO PLANO

Os benefícios que se podem obter com um plano de minimização de resíduos só podem entender-se quando se analisa o impacto da produção dos resíduos na empresa, que deve incluir:

- Redução de custos de gestão de resíduos a curto prazo, como:
  - Recolha e transporte de resíduos.
  - Custo directo do tratamento ou eliminação.
  - Custo de matérias-primas compradas.
  - Seguros de operação e transporte.
- Redução de custos ocultos internos de gestão, como:
  - Mão de obra empregue na manipulação.
  - Necessidades de infra-estruturas de armazenamento.
  - Custos de gestão administrativa.
- Redução de custos intangíveis, como:
  - Efeito positivo nas vendas pela melhoria da imagem.
  - Melhoria nas condições de segurança e higiene dos trabalhadores.
  - Aumento da produtividade e qualidade por adopção de tecnologias menos contaminantes.
  - Redução do risco de ocasionar danos no ambiente e portanto, o custo de seguros.

### ✓ Plano de Minimização de Resíduos

Uma vez considerados os aspectos citados, pode implementar-se um plano de minimização de resíduos na empresa.

A elaboração e implementação podem dividir-se em duas fases:

- Auditoria de resíduos orientada para a redução.**
- Plano de minimização propriamente dito.**

Descreve-se de seguida cada uma destas fases:

- Auditoria de resíduos orientada para a redução**

Os objectivos desta fase do plano de redução são:

- Identificar os fluxos de resíduos.
- Avaliar o custo do seu tratamento.

Nestas auditorias orientadas para a redução determina-se a quantidade, tipo, fonte e causa da geração dos resíduos, assim como as deficiências da sua gestão, ajudando a conhecer o estado actual e o custo do seu tratamento.

O alcance de uma auditoria dependerá do critério, da experiência da equipa de auditores, do tempo e recursos, do tamanho da instalação e da complexidade dos processos.

Embora os resultados das auditorias sirvam fundamentalmente de base para o desenvolvimento das fases do plano de redução, podem obter-se benefícios mais amplos.

### Benefícios de uma Auditoria Ambiental

- Melhorar o conhecimento dos processos (entradas de matérias-primas e reagentes, saídas de produtos e subprodutos, custos de gestão, etc.).
- Ajustar o balanço de matéria.
- Conhecer os resíduos que se geram (tipo, quantidade, fonte e causa de geração, etc.).
- Melhorar a qualidade dos produtos elaborados.
- Avaliar a produtividade da empresa.
- Aumentar os benefícios económicos.
- Aplicar um plano de segurança e higiene.
- Informar as administrações públicas, accionistas, compradores, etc.

Esta informação é fundamental para determinar opções e custos de reciclagem, recuperação ou tratamento, assim como também para delimitar responsabilidades.

A auditoria será mais útil se for dirigida desde o princípio para a redução, isto é, se proporciona a seguinte informação:

- + Detecta todos os resíduos que se produzem.
- + Onde se gera fisicamente cada fluxo.
- + Causas do aparecimento do resíduo.
- + Composição física e química dos fluxos.
- + Determinação das substâncias tóxicas que contêm.
- + Propriedades dos fluxos: toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, etc.
- + Consequências dos resíduos gerados: custos, implicações legais, responsabilidade, impacte ambiental, etc.
- + Sistema de tratamento utilizado actualmente.
- + Custo da gestão e eliminação.
- + Relação dos custos intangíveis e das responsabilidades que podem derivar da gestão incorrecta dos resíduos.

#### Plano de minimização propriamente dito

A melhor opção ambiental para a empresa é a redução dos seus resíduos

Chegados a este ponto podemos considerar que a realização de um plano de minimização é muito importante para uma empresa, já que permite ter um conhecimento exacto dos seus resíduos, o que constitui o ponto de partida para que se faça uma gestão de maneira adequada e eficiente.

A regra principal que transcende a redução de resíduos é a aplicação **dos três R: Reutilização, Reciclagem e Recuperação**.

Os resíduos de uma empresa indiciam a ineficiência do sistema produtivo

### Etapas de um plano de redução

- ★ Identificar os fluxos de resíduos de forma hierarquizada.
- ★ Estabelecer opções de redução.
- ★ Analisar a viabilidade (técnica, ambiental e económica) de cada opção.
- ★ Seleccionar a melhor alternativa.
- ★ Implementar a opção seleccionada.
- ★ Proceder ao seguimento e controlo da opção implantada.
- ★ Continuar com outro fluxo ou opção.

#### ★ Identificar os fluxos de resíduos de forma hierarquizada

Uma vez realizada a auditoria de resíduos e identificados os fluxos de resíduos, assim como o seu custo de gestão, pode iniciar-se o plano de redução.

Para isso, será necessário primeiro estabelecer uma hierarquia entre os fluxos de resíduos e identificar os aspectos ambientais para concentrar os esforços nos mais importantes.

Os critérios para ordená-los podem ser diversos:

- Cumprimento da lei.
- Toxicidade e perigosidade.
- Quantidade.
- Produção a partir de matérias-primas caras.
- Produção em processos que precisam de grandes quantidades de energia.
- Custos associados à gestão de resíduos.
- Riscos para a segurança dos trabalhadores.
- Riscos para o ambiente.
- Potencial de redução.
- Facilidade de redução.
- Importância para a imagem pública da empresa.

#### ★ Estabelecer opções de redução

Para cada fluxo identificado como prioritário devem-se ponderar as opções de redução oportunas:

- Reduzir os resíduos na origem.
- Reciclar os resíduos produzidos no processo que lhes deu origem.
- Reciclar os resíduos produzidos noutros processos, sejam ou não da mesma empresa onde foram gerados.
- Recuperar as matérias valiosas que contêm os resíduos ou aproveitar a sua energia (valorização energética).

Resume-se de seguida um conjunto de factores que devem ser analisados para determinar os processos com maior potencial para implementar técnicas de redução:



### Processo com maior potencial para a implantação de boas práticas

- Processos *batch*.
- Processos pouco automatizados com maior componente humana e, portanto, com uma maior possibilidade de erro.
- Processos que utilizam equipamentos comuns com outros processos de produção, que utilizam matérias-primas ou produtos intermédios diferentes, nos quais a frequência requerida de limpeza do equipamento aumenta também a diversidade dos resíduos gerados.
- Processos que geram resíduos com um custo unitário de tratamento elevado.

### ★ Analisar a viabilidade (técnica, ambiental e económica) de cada opção

O objecto da análise da viabilidade é realizar um estudo técnico, económico e ambiental de cada opção de redução e verter o resultado num relatório de viabilidade por cada opção encontrada, a fim de orientar a Direcção na tomada de decisões.

As alternativas de redução identificadas devem ser analisadas na perspectiva técnica, económica, ambiental e considerando os efeitos intangíveis.

Indicam-se a seguir alguns aspectos que convém analisar ao estudar a viabilidade técnica das distintas opções:

### Aspectos a considerar na análise da viabilidade técnica

- Redução de resíduos esperada.
- Impacto das alterações na qualidade do produto.
- Flexibilidade do novo processo face à produção.
- Espaço necessário para os processos propostos de reciclagem, recuperação e tratamento.
- Tempo necessário para a instalação.
- Possível queda da produção durante o período de instalação.
- Tecnologia proposta suficientemente conhecida.
- Manutenção necessária e preparação do pessoal que vai realiza-la.
- Grau de especialização que devem ter os operários. Formação necessária.
- Implicações legais ou administrativas das mudanças e adaptação a futuras normas.
- Indicadores que ajudem a medir os resultados esperados.

O objectivo que se persegue com a avaliação económica consiste em realizar uma análise de rentabilidade de cada uma das opções seleccionadas, comparando o investimento necessário com a poupança e custos extra que se conseguem com a implementação da medida.

Para analisar a rentabilidade são normalmente empregues parâmetros clássicos de rentabilidade de investimentos industriais.

Ao analisar a rentabilidade têm que se considerar períodos de tempo longos, superiores a cinco anos. Nos equipamentos novos, convém tomar como período de tempo a vida útil dos mesmos. Contudo o período de retorno do investimento deve ser o menor possível, preferencialmente inferior ou igual a três anos.

Por último analisar para cada opção de redução os aspectos intangíveis, como:

### Considerações na análise de aspectos intangíveis

- Impacto sobre o meio ambiente.
- Efeito sobre a saúde dos trabalhadores.
- Melhoria das condições laborais.
- Acidentes durante o transporte de resíduos.
- Escapes e fugas nos depósitos de armazenamento.
- Contaminação do solo e das águas.
- Impacto nas empresas ou habitações vizinhas.
- Influência na imagem da empresa.

Não se pode correr o grave erro de pensar que estes aspectos intangíveis, por apoiarem-se em critérios qualitativos são menos importantes que a viabilidade técnica ou a rentabilidade. Estes critérios podem ser determinantes para aceitar novas alternativas de redução que aparentemente não são rentáveis ou são menos que outras.

#### ★ **Seleccionar a melhor alternativa**

Atendendo a que o tempo e recursos da empresa são limitados, devem-se estabelecer prioridades entre as alternativas de redução levantadas, baseando-se nos objectivos de redução e em critérios utilizados no processo de avaliação.

Para estabelecer a importância de cada alternativa é necessário empregar as matrizes de decisão, que são ferramentas de tomada de decisões nas quais se empregam uma série de critérios, permitindo a comparação das distintas alternativas em função dos ditos critérios.

Os critérios considerados podem ser o período de retorno do investimento, economia de custos, disponibilidade de espaço, prazo de implementação, etc. Para algumas alternativas será fácil realizar a avaliação dos critérios considerados, contudo outras poderão requerer uma análise posterior mais detalhada.

#### ★ **Implementar a opção seleccionada**

Após seleccionar as opções mais adequadas para cada fluxo de resíduos deve-se estabelecer a programação para implementar as ditas opções.

Para as medidas que requerem mudanças tecnológicas e a instalação de novos elementos é necessário estabelecer um calendário de implementação do projecto e verificação do cumprimento, que inclua o investimento necessário.

#### ★ **Monitorizar e controlar a opção implementada**

A implementação da solução seleccionada deve ser controlada e supervisionada com a finalidade de garantir um bom desenvolvimento da mesma. No caso de haver falhas, uma correcta supervisão permitirá detecta-las e corrigi-las imediatamente. De outra maneira, corre-se o risco de uma boa alternativa de redução fracassar unicamente por não se ter realizado uma monitorização adequada que ajude a vencer a resistência inicial à mudança que qualquer organização tem. Isto resume-se em:

- Desvios em relação aos resultados esperados.
- Implementação de novas medidas de redução.
- Revisão e actualização periódica do plano.

É importante controlar a evolução dos resultados para:

- Detectar desvios (custos, emissões, etc.) com respeito ao projecto original e tratar de corrigi-los.
- Justificar a eficácia dos investimentos realizados e prosseguir com os planos de redução.
- Manter a motivação de todos os empregados que podem ver os resultados do seu esforço.
- Realizar revisões e actualizações periódicas do plano de redução.

Por outro lado, pode ser interessante estabelecer um registo dos progressos realizados para minimizar resíduos, com a ajuda de indicadores ou rácios ambientais. Servem como exemplo de indicadores (kg resíduos/kg produto, kg DBO descargas/kg produto, kg de resíduo/unidade produto, kg de resíduo/m<sup>2</sup> pintado). Estes registos são especialmente úteis para a redacção de relatórios públicos de gestão ambiental da empresa, como a declaração ambiental do Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS). Também devem ser controlados os possíveis impactos a que a opção seleccionada conduza.

#### ★ Continuar com outro fluxo ou opção

Os programas de redução não têm uma duração fixa, praticamente pode dizer-se que nunca acabam, pois quando se tomam medidas com os fluxos importante ou prioritários, há que seguir com os menos importantes.

Por outro lado, os avanços tecnológicos de tratamento, reciclagem e recuperação, assim como os requisitos legais e a opinião pública, podem obrigar a mudar determinadas soluções adoptadas. Isto vai em linha com o princípio de melhoria contínua estabelecida nos Sistemas de Gestão Ambiental (NP EN 14 001 e Regulamento EMAS).



### Benefícios Ambientais

- ✎ **Maior conhecimento da situação ambiental da empresa**
- ✎ **Maior controlo no uso de matérias-primas e recursos naturais**
- ✎ **Optimização dos processos produtivos aumentando a sua eficiência**
- ✎ **Redução da quantidade de resíduos produzidos**
- ✎ **Minimização dos desperdícios**



### Aspectos Económicos

- ✎ **Custos inerentes à elaboração e implementação de um estudo de minimização dos resíduos**
- ✎ **Minimização dos custos de gestão de resíduos**
- ✎ **Redução dos custos internos de gestão**
- ✎ **Redução dos custos intangíveis**

### 6.3.2. Redução da produção de resíduos em processos específicos

A redução da produção de resíduos do processo pode ser alcançada através da execução de um conjunto de medidas que incluem a implementação de técnicas/tecnologias de produção mais eficientes. Seguidamente, descrevem-se algumas acções que poderão ser aplicadas a processos específicos na indústria têxtil contribuindo para uma P+L.



#### Acções a implementar

- ✓ **BU' cdYfU, ~c' XY' Zcfa U, ~c' XY' WUVc' XY' ZVfU' g|b|f|WUŽ hcf, ~c' Vta' g|a i' h' bYU' Zcfa U, ~c' XY' WUVc**

Esta tecnologia permite a fabricação de um cabo a dois fios com torções equilibradas, numa só operação, em alternativa às técnicas tradicionais que requerem duas a três operações distintas. A realização das operações de torção e formação de cabo numa única máquina reduz a quantidade de resíduos de partículas de fio geradas, reduz os custos de operação, decorrente da redução de execução de emendas, reduz os custos de manutenção e o consumo de energia e consequentemente aumenta a produtividade;

- ✓ **FYXi , ~c' XcgXYgdYfX|McgXY dUgU' XY Yg|Ua dU| Ya'**

O processo de estamparia conduz à existência de uma quantidade considerável de pasta de estampagem que, não sendo utilizada, é normalmente rejeitada, constituindo desta forma um resíduo e um prejuízo económico. A quantidade de pasta não utilizada chega a atingir 15 a 25% do total de pasta preparada.

Existem actualmente sistemas automáticos de preparação de pasta de estampagem que podem estar equipados com um sistema de "retorno total de pasta de estampagem". Este sistema é completamente automático na identificação, recolha e reutilização de toda a pasta em excesso. Considerando que em princípio toda a pasta em excesso pode ser reutilizada, o sistema torna-se bastante atractivo do ponto de vista económico e ambiental, uma vez que permite economizar cerca de 30% de pasta (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI);

- ✓ **G' Vg|h ] , ~c' XUg' dYXfUg' dca Yg' dcf' Ybn|a Ug' dUfU' "G'cbYk Ug|b|' " bcg' dfcWVggcgXY' UWVUa Ybhc' XY [ Ub| Ug'**

As gangas são usualmente sujeitas a um processo de acabamento denominado "stonewashing". O processo de "stonewashing" consiste na lavagem do produto na presença de pedra pomes. A pedra pomes, atendendo às suas características, acaba por "se desfazer", aparecendo as suas partículas na fibra lavada, no chão circundante ao equipamento onde se processa a operação e no sistema de drenagem. A utilização de enzimas para "stonewashing", em substituição da pedra pomes, permite eliminar os problemas associados ao manuseamento de grandes volumes de pedra e os consequentes problemas de contaminação de fibra, chão e sistema drenagem.

O efeito de abrasão no tecido é obtido pela remoção local da ligação corante - fibra, o que revela a cor branca do interior do fio. As enzimas utilizadas para a obtenção deste efeito actuam apenas com a fibra de algodão, facilitando a abrasão. Após a utilização de enzimas, o tecido deve ser lavado com detergente.

O acabamento "stonewashing" requer cerca de 1 hora de tratamento e cerca de 1 a 2 kg de pedra pomes por par de jeans. A utilização de enzimas evita o manuseamento de pedra pomes, quando se carrega e descarrega o equipamento de lavagem, não sendo necessário retirar pedras do produto acabado e reduzindo-se o desgaste do equipamento. Outro factor importante a salientar, é o aumento da capacidade do equipamento de acabamento (entre 20 a 50%) pela eliminação do uso da pedra pomes. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI);


- ✓ **9ZYVh Uf U' hVW`U[ Ya ` XY` WUfdYHYg' dcf' i a U' hVWbc`c[ ]U' XYbca ]bUXU' "ei U']XUXY ]bWcfdcfUXU"**

Na tecnologia tradicional de tecelagem de carpetes, os fios não utilizados na carpete ficam soltos na parte de trás da carpete. Após a tecelagem, estes fios são removidos por corte, o que dá origem a um resíduo cuja quantidade depende da qualidade do fio e pode atingir 200g/m<sup>2</sup>.

Utilizando a tecnologia denominada, qualidade incorporada, os fios não utilizados na carpete são tecidos na parte de trás da carpete, o que resulta além da prevenção do resíduo em duas vantagens importantes para os fabricantes de carpetes. A carpete fica mais pesada e mais resistente e a etapa de corte não se torna necessária. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI);

- ✓ **I H]nUF`U'a YhcXc`c[ ]U' 7 58#7 5A `dUFU'cdHja ]nUF`Ug'cdYfU, " YgXY WcfY**

A utilização de metodologia CAD/CAM permite otimizar as operações de corte, reduzindo ao mínimo o desperdício de tecido ou malha, o que resulta num maior rendimento da matéria-prima utilizada. A indústria de têxteis lar e têxteis técnicos atendendo ao tipo de produtos fabricados (toalhas, lençóis, cortinados, telas, etc.) não obterá grandes benefícios com esta tecnologia. Em contrapartida a indústria de confecção poderá verificar aumentos no rendimento da matéria-prima na ordem dos 15%. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sectorial, INETI).



### Benefícios Ambientais

- ✎ FYXi , ~c`XU'dfcXi , ~c`XY`fYgXi cg`
- ✎ A ]b]a ]nU, ~c`XcgXYgdYfXWcg`



### Aspectos Económicos

- ✎ Dci dUb, Ug'bcg'W gtcg'Xc`dfcWggcž`dY`U`dci dUb, U`XY`a Uhf]Ug'df]a Ug`Y`Ui I ]]UfYg`
- ✎ A ]b]a ]nU, ~c`XcgW gtcg'Wca `c`hUkUa Ybhc`XY`fYgXi cg`

### 6.3.3. Redução do consumo de embalagens

A indústria têxtil consome uma grande quantidade de embalagens, que se não forem adequadamente geridas, representam grandes quantidades de resíduo. Seguidamente, apresentam-se algumas acções que permitirão minimizar o consumo de embalagens reflectindo-se em poupanças nos custos do processo e numa P + L.



#### Acções a implementar

- ✓ Considerar a compra de embalagens reutilizáveis, ou seja, adequadas para promover o retorno ao fornecedor e enchimento com a mesma matéria-prima ou produto químico
- ✓ Identificar correctamente as embalagens ou contentores reutilizáveis, para evitar o envio para destino final
- ✓ Reduzir a quantidade de material de embalagem sem perder a qualidade do produto ou das embalagens
- ✓ Acondicionar e armazenar as embalagens de forma adequada de modo a evitar resíduos desnecessários
- ✓ Comprar materiais, matérias-primas e produtos químicos a granel, a fim de reduzir a quantidade de embalagens e acondicionamento



#### Benefícios Ambientais

- ✎ Redução da produção de resíduos
- ✎ Minimização dos desperdícios



#### Aspectos Económicos

- ✎ Poupanças nos custos com a aquisição de embalagens e nos custos associados ao tratamento de resíduos

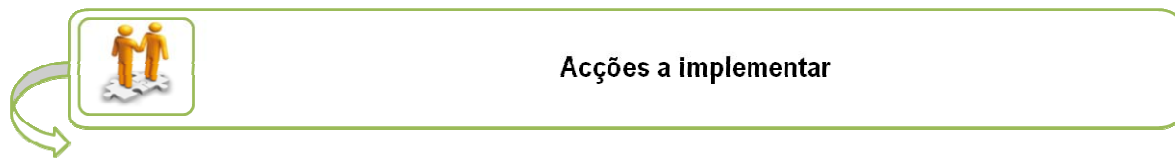
### 6.3.4. Avaliação da possibilidade de criar subprodutos derivados de resíduos

Nos processos industriais, alguns tipos de resíduos podem retornar ao processo produtivo, ou servir como matéria-prima para outras indústrias, tornando-se uma fonte adicional de rendimento ao empresário; na primeira situação porque economiza na aquisição de matérias-primas e no segundo caso porque recebe pela venda dos subprodutos e evita os custos de transporte e deposição final dos resíduos.



Mas para que o resíduo possa ser considerado subproduto, tem de cumprir determinadas condições:

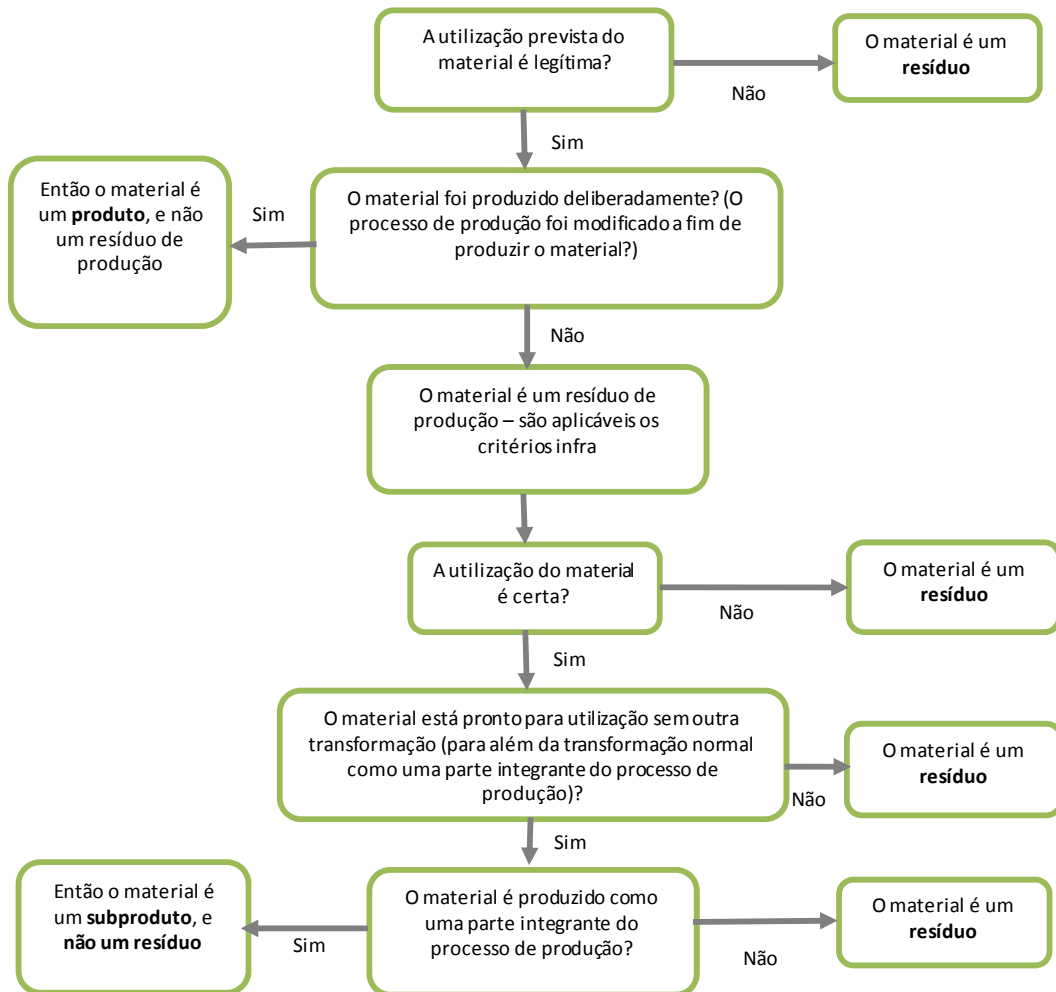
- Existir a certeza de posterior utilização da substância ou objecto;
- A substância ou objecto poder ser utilizado directamente, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal;
- A produção da substância ou objecto ser parte integrante de um processo produtivo; e
- A substância ou objecto cumprir os requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de protecção da saúde e não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à posterior utilização específica.



#### ✓ Saber se há subprodutos reconhecidos pela Agência Portuguesa do Ambiente considerados subprodutos na Indústria Têxtil

Na ausência de critérios comunitários, para efeitos da aplicação do disposto anteriormente, a Autoridade Nacional de Resíduos (ANR) pode, depois de ouvidos os operadores económicos directamente interessados ou as suas estruturas representativas, definir os critérios que garantam o cumprimento das condições a verificar para que uma substância ou objecto seja considerado 'subproduto'. Deste modo, para que determinada substância ou objecto possa ser considerado 'subproduto', os interessados, através das respectivas associações sectoriais ou individualmente, apresentam um pedido junto da ANR, o qual é decidido no prazo de 90 dias. Posteriormente, a ANR publicita no seu sítio na Internet os critérios que determinam o cumprimento das condições a verificar para que a substância ou objecto seja considerado 'subproduto', a lista dos interessados que obtiveram decisão favorável, bem como a informação relevante para a decisão adoptada;


Precedente à definição existente no actual Regime Geral de Gestão de Resíduos, foi emitida pela Comissão Europeia uma comunicação, a COM (2007) 59, "Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu" relativa a resíduos e subprodutos, que auxilia na distinção entre resíduo e subproduto. Assim sendo, além dos conteúdos integrantes do referido comunicado, no seu anexo I são apresentados alguns exemplos destinados a ilustrar casos em que os materiais podem ser classificados como resíduos ou subprodutos, e no anexo II é apresentada uma árvore de decisão para a distinção entre resíduos e subproduto



Fonte: Anexo II da COM(2007) 59, " Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu"


Figura 22- Árvore de decisão para a distinção entre resíduos e subprodutos

- ✓ Um subproduto geralmente tem de estar isento de "impurezas" o que torna obrigatório dedicar especial atenção à segregação dos resíduos gerados



### Benefícios Ambientais

- ✎ Redução da produção de resíduos
- ✎ Minimização dos desperdícios



### Aspectos Económicos

- ✎ Poupanças nos custos com o tratamento de resíduos e nos custos associados à compra de matérias-primas virgens



### 6.3.5. Valorização energética dos resíduos gerados

Existem determinados resíduos de elevado poder calorífico que, por não serem passíveis de valorização material, acabariam por ser encaminhados para aterro sanitário. Assim sendo deverão ser avaliadas as opções de valorização energética possíveis na empresa.



#### Acções a implementar

##### ✓ Valorização energética do resíduo do processamento de rama de algodão

O resíduo proveniente do processamento do algodão tem um grande valor energético, entre 18 e 21 KJ/g, sendo por isso já utilizado com sucesso em caldeiras de queima de madeira (exclusivamente). Deve no entanto, ter-se em atenção a legislação ambiental sobre as emissões atmosféricas, controlando e otimizando as condições de funcionamento da caldeira. Apesar do resíduo de algodão tal qual, arder com facilidade, na forma de briquetes é mais fácil de manusear e arde durante mais tempo. Sempre que não for possível a queima destes briquetes pelo facto das empresas não possuírem caldeiras de queima de madeira, estas devem equacionar a possibilidade de venda, a outras empresas que possuam esse tipo de equipamento. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico Sector Têxtil, INETI)



#### Benefícios Ambientais

- ✎ **Prevenção da quantidade de resíduos depositados em aterro, obtendo-se uma mais valia energética**
- ✎ **Redução das emissões de CO<sub>2</sub>**



#### Aspectos Económicos

- ✎ **Poupanças nos custos de gestão de resíduos**
- ✎ **Diminuição dos custos energéticos**

### 6.3.6. Implementação de um sistema de gestão integrada dos resíduos produzidos

A gestão de um resíduo industrial, dentro da própria empresa que o originou, compreende várias etapas, nomeadamente: o seu manuseamento, segregação, acondicionamento no local da produção, transporte interno até ao parque de resíduos e a recolha por operador licenciado. Esta gestão interna, é sem dúvida da responsabilidade do industrial.



Assim sendo, a legislação vigente torna o industrial co-responsável por qualquer acidente de contaminação que possa ocorrer. Os resíduos industriais devem por isso, ser adequadamente geridos pelo industrial em todas as etapas supracitadas e devem ser contratados operadores licenciados que garantam a execução das operações de recolha em condições de segurança.



#### Acções a implementar

✓ **Conceber, documentar, implementar e manter um procedimento de controlo operacional para a gestão interna de resíduos**

Deverão ser elaborados, documentados, implementados e mantidos um ou mais procedimentos de controlo operacional para a gestão interna de resíduos, com regras de manuseamento, segregação, acondicionamento, transporte interno e armazenagem temporária dos resíduos produzidos e ao(s) qual(is) deverão estar aliados: a informação e sensibilização de todos os colaboradores envolvidos, disponibilização dos meios necessários (e.g. recipientes para recolha, equipamento de protecção individual para os trabalhadores envolvidos no manuseamento, entre outros), bem como procedimentos de emergência em caso de acidentes ou derrames.

✓ **Segregar/separar os resíduos na unidade industrial**

A segregação/separação dos resíduos na unidade industrial é de extrema importância no processo de gestão e tem como objectivos básicos:

- Evitar a mistura de resíduos incompatíveis;

- Contribuir para o aumento da qualidade dos resíduos que possam ser recuperados ou reciclados;

- Evitar a contaminação de resíduos por outros resíduos perigosos e consequentemente diminuir o volume de resíduos perigosos a serem tratados.

A mistura de resíduos incompatíveis pode gerar reacções indesejáveis ou incontrolláveis com impactes ambientais adversos, e consequências negativas na saúde humana. Destacam-se os mais comuns, nomeadamente: incêndio ou explosão; libertação de fumos; volatilização de substâncias inflamáveis ou tóxicas e consequente libertação de gases inflamáveis ou tóxicos; solubilização de substâncias tóxicas; polimerização violenta. A extensão dos impactes dependerá essencialmente, das características físico-químicas dos resíduos, das quantidades envolvidas, dos locais de armazenamento e dos tipos de reacções geradas. Por outro lado, independentemente do tipo de resíduo, uma segregação ineficiente na origem, irá aumentar substancialmente os custos do seu tratamento, podendo mesmo inviabilizar a sua reutilização ou reciclagem;

### ✓ **Elaborar instruções sobre o acondicionamento de resíduos nos locais de produção**

Relativamente ao acondicionamento, enquanto permanecerem dentro da empresa, aguardando reaproveitamento interno, venda ou destino final, os resíduos industriais devem ser acomodados de modo a não se degradarem, serem protegidos de intempéries e evitarem contaminações ambientais. A escolha do tipo de recipiente irá depender essencialmente das características do resíduo, das quantidades geradas, do tipo de transporte a ser utilizado, da necessidade ou não de tratamento e da forma de deposição a ser adoptada. Geralmente as indústrias utilizam dois tipos de recipientes:

- ecopontos de menor dimensão, colocados no interior da nave industrial, junto dos pontos do processo produtivo, no quais são gerados os resíduos industriais. Para otimizar o sistema de segregação dos resíduos, deverá ser analisada e considerada a colocação de ecopontos (devidamente identificados) em pontos estratégicos nos locais de produção dos resíduos e todos os trabalhadores deverão ser sensibilizados para a correcta separação dos resíduos;
- ecopontos de maior dimensão, instalados no parque de resíduos da empresa.  
Os recipientes devem ser fabricados com materiais **compatíveis com os resíduos**, devendo também, ser **estanques, resistentes e duráveis**.

### ✓ **Elaborar instruções sobre o transporte interno de resíduos**

O transporte interno de resíduos refere-se às operações de trasfega ainda nas instalações industriais, nomeadamente nas deslocações entre os locais de produção de resíduos e o parque de resíduos onde se efectua a armazenagem preliminar até recolha para destino final. Esta condução deve ser efectuada em condições ambientalmente adequadas, de modo a evitar a dispersão ou derrame dos resíduos. Assim sendo, devem ser observados, os seguintes requisitos:

- Os resíduos sólidos devem ser transportados em embalagens ou a granel, em veículo de caixa fechada ou veículo de caixa aberta, com a carga devidamente coberta;
- As embalagens de resíduos líquidos perigosos devem ser transportadas sobre bacias de retenção móveis;
- Os resíduos líquidos e pastosos devem ser acondicionados em embalagens estanques, cuja taxa de enchimento não exceda 98%;
- Todos os recipientes e embalagens de um carregamento devem ser convenientemente arrumados no veículo e escorados, por forma a evitar deslocações entre si ou contra as paredes do veículo;
- Devem empilhar-se os recipientes, em condições de segurança, de modo a evitar fissuras e desgaste resultantes de uma distribuição inadequada do peso;
- Os veículos utilizados para o transporte devem estar em bom estado de conservação e o motorista deve ser habilitado;

- No caso de transporte de resíduos com os empilhadores, deve assegurar-se uma condução consciente, evitando a queda das embalagens;
- A carga e descarga deve ser feita com o máximo cuidado para evitar queda de embalagens e consequentes derrames;
- Não devem transportar-se em conjunto materiais incompatíveis (ver Fichas de Segurança dos produtos);
- Devem elevar-se os recipientes relativamente ao pavimento para inibir a corrosão do cimento ou betão.
- As embalagens devem estar bem fechadas durante a sua movimentação para evitar possíveis derrames;
- Em caso de derrame durante as operações de transporte interno deverá conter-se o derrame com o material absorvente disponível no local, para evitar a contaminação do solo; recolher o material absorvente e colocar em contentor apropriado.

### ✓ Elaborar instruções sobre armazenagem preliminar de resíduos

Um novo conceito introduzido pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho é a "Armazenagem Preliminar", ou seja, a deposição controlada de resíduos, no próprio local de produção, por período não superior a um ano, antes da recolha, em instalações onde os resíduos são produzidos ou descarregados a fim de serem preparados para posterior transporte para outro local para efeitos de tratamento. O armazenamento preliminar requer um acondicionamento adequado dos resíduos, de modo a evitar derrames, misturas, contaminações e acidentes. Os recipientes devem estar devidamente identificados, assim como o espaço de armazenamento, de forma a facilitar o rastreamento e acompanhamento do inventário. Na área de armazenagem preliminar de resíduos, geralmente denominada parque de resíduos, existem alguns requisitos indispensáveis a cumprir, enumerados na figura seguinte:

#### REQUISITOS ESSENCIAIS NA CONSTRUÇÃO DE UM PARQUE DE RESÍDUOS

- Local de fácil acesso, tendo em conta não só a dimensão dos veículos de recolha dos resíduos, mas também de carros de bombeiros e ambulâncias na eventualidade de ocorrência de situações de emergência.
- Preferencialmente coberto, fechado e ventilado, com chão de betão ou outro material impermeabilizante, se o resíduo a ser armazenado for perigoso.
- Piso e paredes revestidos de material liso, impermeável, lavável e de fácil higienização.
- Aberturas para ventilação de, no mínimo, 1/20 da área do piso.
- Porta com abertura para fora, tela de protecção contra roedores e de largura compatível com os recipientes de recolha externa.
- Pontos de iluminação e de água, tomada eléctrica, pontos de escoamento de águas residuais direccionando-as para sistemas de contenção de derrames ou sistemas de recolha de águas residuais.
- Área para higienização dos recipientes e equipamentos.
- Identificação das zonas de armazenamento, com identificação do tipos de resíduos a armazenar e respectivos códigos LER.
- Equipado com extintores, EPI, kit de contenção de derrames, fichas de segurança e procedimentos de prevenção e actuação em caso de emergência.

Na imagem seguinte apresenta-se um modelo tipo de parque de resíduos.

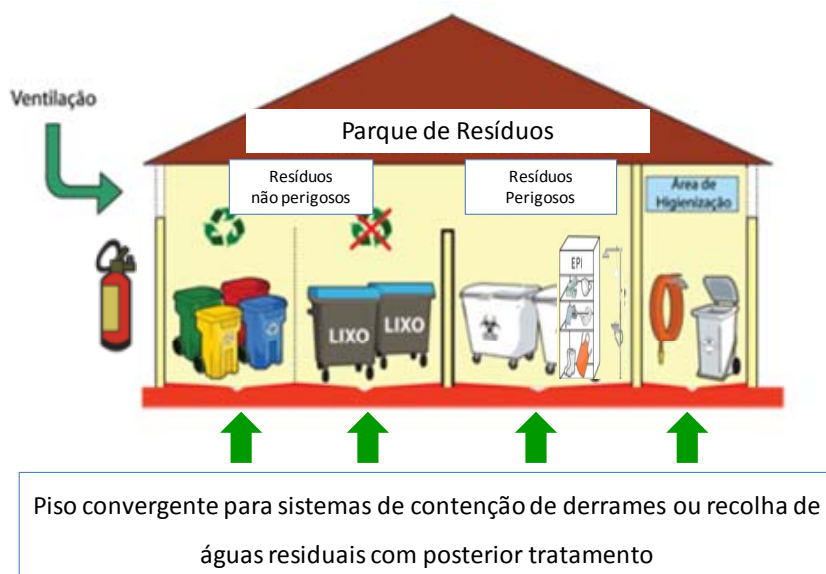


Figura 23- Esquematização de um parque de resíduos

Para o armazenamento preliminar de quantidades consideráveis de resíduos perigosos, principalmente em estado líquido, há indústrias que optam por estruturar um parque de resíduos perigosos em separado do parque de resíduos não perigosos.



Figura 24 - Esquematização de um parque exclusivamente para resíduos perigosos

### ✓ Informar/ministrar formação aos trabalhadores sobre boas práticas de gestão de resíduos

Salvo raras exceções o manuseamento dos resíduos na unidade industrial é realizado por pessoal não qualificado. Como consequência, os trabalhadores em questão expõem-se a riscos desnecessários, por desconhecimento do assunto. Muitas vezes, um resíduo não apresenta um efeito imediato e visível, comparável a uma intoxicação aguda ou a uma queimadura. No entanto, ao longo do tempo o efeito pode traduzir-se em distúrbios irreversíveis no organismo humano e mesmo implicar danos genéticos, que se manifestarão nos descendentes dos operários. Desta forma, o **industrial deverá garantir que todos os trabalhadores**: sejam informados e sensibilizados dos riscos inerentes a cada tipo de resíduo; recebam formação para a execução das tarefas de recolha, acondicionamento, transporte interno e armazenamento temporário; tenham colocados à sua disposição equipamentos de protecção individual e sejam treinados quanto aos procedimentos de emergência em caso de acidentes ou derrames de resíduos.



#### Benefícios Ambientais

- ✧ Redução do consumo de recursos naturais
- ✧ Redução da quantidade e/ou perigosidade de resíduos produzidos
- ✧ Diminuição do impacte ambiental



#### Aspectos Económicos

- ✧ Diminuição dos custos associados à gestão de resíduos
- ✧ Possibilidade de obtenção de proveitos económicos, através da venda de alguns resíduos com valor económico

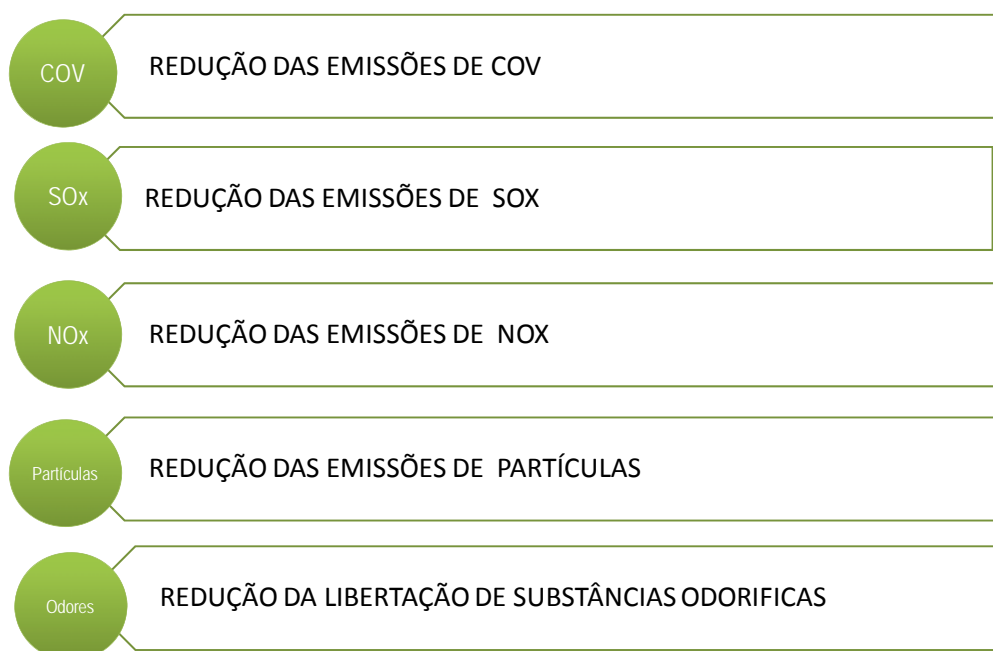
## 6.4. Emissões atmosféricas

Na indústria têxtil existem processos produtivos responsáveis por emissões de substâncias perigosas para a atmosfera e meio ambiente. Os processos mais significativos e normalmente considerados no programa de auto-controlo das emissões são: a ramolagem, secadores de máquinas de estampar, a encolagem, a gasagem e outros secadores. Há ainda que considerar as emissões de equipamentos auxiliares tais como caldeiras geradoras de vapor ou de aquecimento de termofluído e instalações de co-geração.

Nas emissões dos processos têxteis é possível encontrar:

- Poeiras e algodão originados durante o processamento de fibras naturais e sintéticas;
- Vapores de solventes libertados durante e após operações que envolvem solventes tais como limpeza a seco;
- Aerossóis e emissões orgânicas produzidas quando os materiais têxteis contêm óleos lubrificantes, plastificantes e outros materiais que podem volatilizar ou degradar-se tecnicamente em substâncias voláteis quando sujeitos a aquecimento;
- Aerossóis ácidos produzidos durante o processo de carbonização da lã.

Seguidamente são descritas boas práticas e medidas preventivas da geração de emissões aplicáveis à Indústria Têxtil e que contribuirão para uma P+ L neste Sector.



Tal como nos subcapítulos anteriores do presente manual, os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



### 6.4.1. Redução das emissões de COV

As râmulas e secadores podem constituir a principal fonte de emissões de compostos orgânicos voláteis (COV). Apresentam-se de seguida soluções que podem ser tomadas para minimizar este impacto ambiental.



#### Acções a implementar

✓ **Instalação de um lavador de gases ou lavador de gases e precipitador electrostático em râmulas, hoflues, secadores de máquinas de estamparia**

No primeiro caso, o ar de exaustão é limpo por condensação, absorção e filtração. O sistema deve ser usado em processos normais de acabamento (ex: têxtil lavado, em que não há problemas específicos de emissão de poluentes). Arrefece o ar por introdução de humidade, separa fibras, partículas, condensados e substâncias solúveis na água. No segundo caso (lavador de gases + precipitador electrostático), além do processo descrito há ainda uma depuração de aerossóis no precipitador. O sistema deverá ser utilizado quando a versão mais simples não for suficiente para atingir os valores pretendidos de emissão de poluição (por exemplo: processamento de material têxtil não lavado, onde as emissões de COV poderão ser maiores);

✓ **Instalação de um sistema composto por permutador de calor ar/ar, permutador de calor ar/água e unidade de filtração**

Nos permutadores de calor dá-se a condensação de poluentes e na unidade de filtração constituída por pré-filtro mecânico, filtro electrostático e pós-filtro mecânico são retidas as gotas de condensado de 0,05 mm a 0,00001 mm de tamanho;

✓ **Instalação de um permutador de calor ar/ água e filtro electrostático**

A separação de poluentes começa por se dar por precipitação no permutador de calor, dependendo da percentagem de poluentes condensáveis e da sua temperatura de condensação. O filtro electrostático remove as restantes partículas de aerossol remanescente no efluente gasoso. O grau de separação do sistema completo será de 90% para os aerossóis;

✓ **Instalação de um permutador de calor ar/água**

É um sistema mais simples em que há somente condensação dos poluentes e recuperação do calor para aquecimento de água ou ar de secagem. O grau de separação dos poluentes depende da percentagem de poluentes condensáveis.





### Benefícios Ambientais

- ✎ Minimização das emissões de COV



### Aspectos Económicos

- ✎ Investimento nos equipamentos

## 6.4.2. Redução das emissões de SO<sub>x</sub>

A formação de SO<sub>x</sub> está associada a processos de combustão em que são utilizados combustíveis com enxofre.



### Acções a implementar

- ✓ Substituir combustíveis por outros com menor teor de enxofre
- ✓ Aplicação de um sistema de lavagem de gases ou "scrubbing", que consiste em fazer passar o efluente gasoso por um dispositivo contendo água, de modo a que os poluentes reajam com esta e sejam retirados da corrente gasosa



### Benefícios Ambientais

- ✎ Minimização das emissões de SO<sub>x</sub>



### Aspectos Económicos

- ✎ Investimento nos equipamentos

### 6.4.3. Redução das emissões de $\text{NO}_x$

A formação de  $\text{NO}_x$  está associada a misturas de azoto e oxigénio, a altas temperaturas (900 - 1000 °C) em sistemas de combustão.



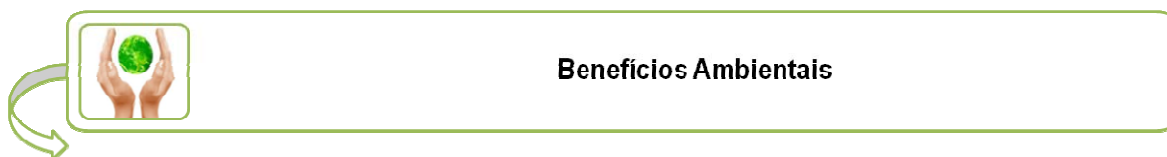
#### Acções a Implementar

##### ✓ Instalar sistemas de combustão em duas fases

Este Sistema implica duas combustões. Numa primeira combustão é adicionada apenas a quantidade de ar necessária, evitando-se a formação de  $\text{NO}_x$  por actuação na quantidade do ar. Uma segunda combustão, feita com maior quantidade de oxigénio, mas a temperaturas baixas. Evita-se a formação de  $\text{NO}_x$  por actuação na temperatura. Há no entanto, alguns inconvenientes tais como: maior quantidade de monóxido de carbono na 1ª combustão, devido ao pouco oxigénio, maior espaço requerido, dadas as maiores dimensões do sistema de queima, eficiência relativamente baixa e um pior aproveitamento de combustível;

##### ✓ Instalar sistemas que permitam a conversão de $\text{NO}_x$ a azoto por redução catalítica ou não catalítica por injeção de amónia

Estes sistemas são caros e necessitam de um sistema de despoeiramento e tratamento de  $\text{SO}_x$  a montante para evitar a formação de ácidos que degradem o catalisador.



#### Benefícios Ambientais

##### ✎ Minimização das emissões de $\text{NO}_x$

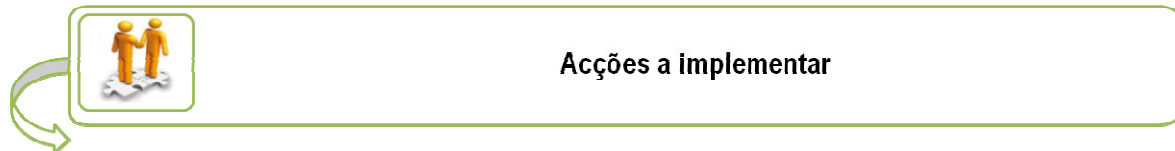


#### Aspectos Económicos

##### ✎ Investimento nos equipamentos

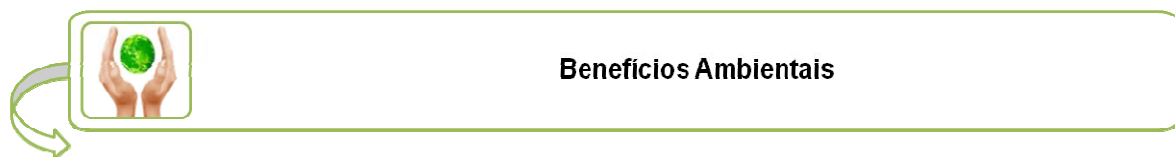
### 6.4.4. Redução das emissões de material particulado

As partículas emitidas pela indústria têxtil apresentam dimensões muito variadas. Assim a escolha da solução a implementar deve ser estudada caso a caso e pode ser mesmo necessária a instalação em mais do que um equipamento. Seguidamente são apresentadas algumas soluções para uma P+L.



#### Acções a implementar

- ✓ Implementar um sistema de filtração, por exemplo através da instalação de filtros de mangas
- ✓ Implementar um sistema de electrofiltração, criar um campo eléctrico para capturar partículas
- ✓ Aplicar um sistema de lavagem de gases ou "scrubbing", que consiste em fazer passar o efluente gasoso por um dispositivo contendo gua, de modo a que os poluentes reajam com esta e sejam retirados da corrente gasosa. São sistemas apropriados para recolher partículas finas
- ✓ Aplicar sistemas inerciais, por exemplo, instalando câmaras de sedimentação, ou ciclones



#### Benefícios Ambientais

- ✧ Minimização das emissões de partículas
- ✧ Cumprimento dos requisitos legais em matéria de emissões atmosféricas



#### Aspectos Económicos

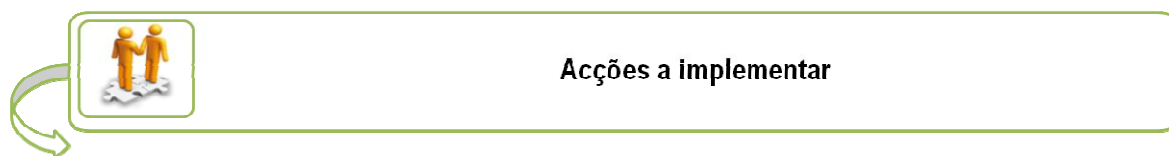
- ✧ Investimento nos equipamentos e custos com a ocupação de espaço
- ✧ Redução de custos derivados da aplicação de coimas

### 6.4.5. Redução da libertação de substâncias odoríferas

Existem alguns processos da indústria têxtil que utilizam produtos que em determinadas condições libertam substâncias odoríferas. Por exemplo, os óleos de enzimação são utilizados com a finalidade de lubrificar os fios das fibras têxteis, sejam naturais ou sintéticas, visando impedir a acumulação de cargas estáticas nas fibras, facilitar o deslizamento dos fios nas máquinas e aumentar a coesão das fibras.

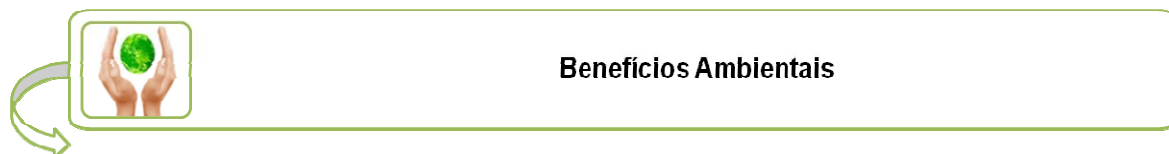


Durante o processo de termofixação em rama, com o aquecimento ocorre a volatilização deste óleo – por volta de 160°C a 180°C. Estes vapores ao serem libertados para a atmosfera causam fortes odores.



#### Acções a implementar

- ✓ **Rever as características das fibras considerando a decomposição dos óleos e/ou volatilização dos solventes presentes na fibra, nas operações de tratamento térmico**
- ✓ **Priviligiar a aquisição de fios com óleos de enzimação termoestáveis ou facilmente emulsionáveis por processo de purga**
- ✓ **Monitorizar os processos aquando da utilização de produtos químicos que podem desprender odores característicos (como por exemplo, sulfitos)**



#### Benefícios Ambientais

- ✎ **Minimização da libertação de odores reduzindo o incómodo à vizinhança**



#### Aspectos Económicos

- ✎ **Investimento na compra de produtos alternativos**

## 6.5. Energia

Uma utilização ineficiente dos recursos energéticos, gera impactes ambientais desnecessários e leva a perdas económicas, que têm reflexo nos custos directos de produção.

Relativamente ao aspecto ambiental "consumo de energia" nas Indústrias do Sector Têxtil, apesar das diferentes escalas de consumo, conforme a dimensão e actividade da empresa, é sempre possível aplicar acções, técnicas e/ou tecnologias que permitam otimizar os consumos energéticos. Seguidamente são descritos tópicos de boas práticas e medidas preventivas, que permitem a racionalização e optimização do consumo de energia nos processos de fabrico da Indústria Têxtil e que contribuirão para uma P+L.



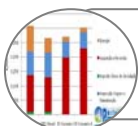
### PROMOÇÃO DE UMA GESTÃO EFICAZ DE ENERGIA NA EMPRESA

Implementação de um sistema de monitorização da energia



### PROMOÇÃO DE UMA GESTÃO EFICAZ DE ENERGIA NA EMPRESA

Implementação de um sistema de gestão de energia segundo a norma ISO 50001



### DEFINIÇÃO DE ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



### OPTIMIZAÇÃO DA CONTRATAÇÃO E FACTURAÇÃO ENERGÉTICAS



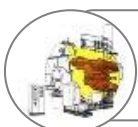
### OPTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE AQUISIÇÃO E DE OPERAÇÃO DOS MOTORES ELECTRICOS



### SELECÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS A UTILIZAR



### PROMOÇÃO DA ECONOMIA DE ENERGIA NAS INSTALAÇÕES DE AR COMPRIMIDO



### PROMOÇÃO DA ECONOMIA DE ENERGIA NAS INSTALAÇÕES DE GERAÇÃO DE VAPOR



RACIONALIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

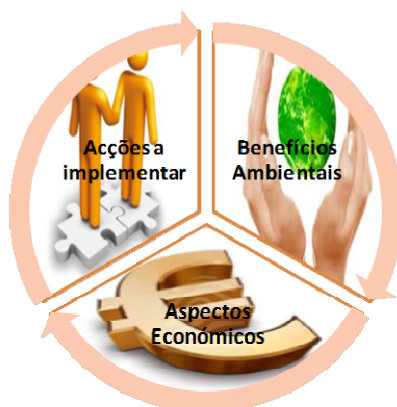


RACIONALIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM PROCESSOS ESPECÍFICOS



PROMOÇÃO DO REAPROVEITAMENTO DE CALOR

Tal como nos subcapítulos anteriores do presente manual, os tópicos acima listados, serão explorados nos subcapítulos seguintes, efectuando-se em todos os casos uma descrição das **acções a implementar**, **benefícios ambientais** e **aspectos económicos** envolvidos.



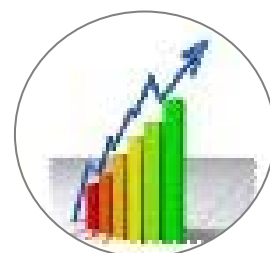
### 6.5.1. Promoção de uma gestão eficaz de energia na empresa<sup>(16)</sup>

#### *- Implementação de um sistema de monitorização de energia –*

Os sistemas de monitorização de energia são uma ferramenta fundamental para a redução dos consumos. Tal é conseguido através dos princípios do ciclo de gestão: definição de objectivos, implementação de acções, medição, correcção.

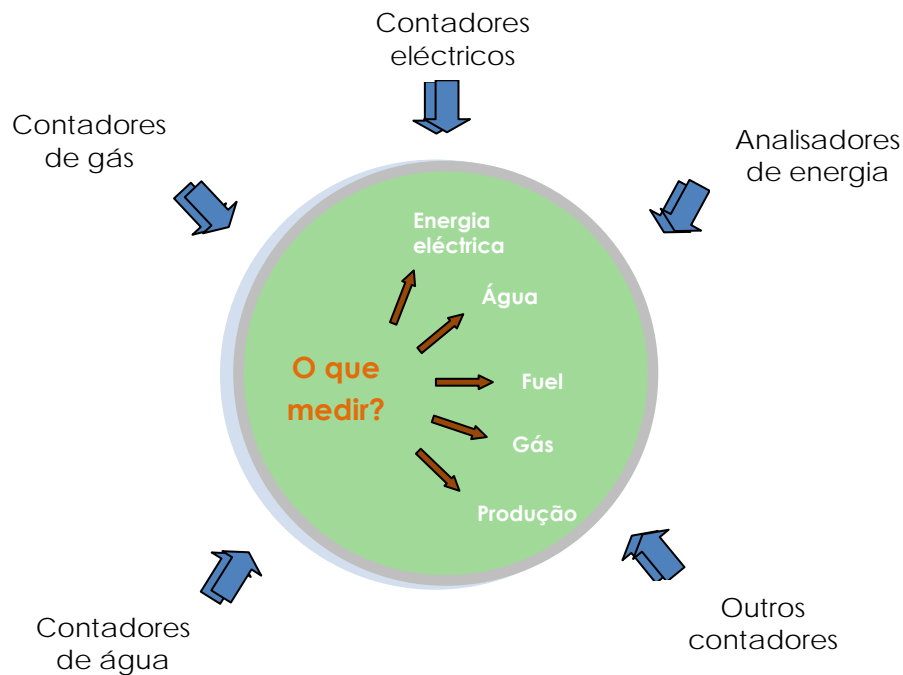
Sem medir não é possível melhorar. Assim, a medição é fundamental para:

- Compreender os consumos eléctricos e não eléctricos;
- Conhecer a qualidade da energia e ineficiência dos equipamentos, permitindo acção imediata sobre os problemas da rede;
- Conhecer o perfil de carga aumentando a eficiência energética;
- Promover o uso de electricidade em horários mais vantajosos;
- Comparar a facturação do fornecedor de energia;



- Reduzir os consumos de *stand-by*;
- Contribuir para redução de impacto no clima, através das emissões de gases de efeito de estufa;
- Baixar a factura energética.
- Obter a certificação ambiental;

Um Sistema de Monitorização de Energia (SME), permite medir através de qualquer contador que esteja integrado no circuito e que emita impulsos eléctricos.



Fonte: Manual de Boas Práticas na Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis - APICER / CTCV

### Acções a implementar

- ✓ **Efectuar um levantamento energético e proceder à contabilidade energética**  
Para isso é necessário obter dados regulares para medir o consumo de cada combustível ou outras fontes de energia na empresa (facturas de energia eléctrica, consumo de combustíveis);
- ✓ **Obter dados referentes à produção e se for o caso, à temperatura (para aquecimento e refrigeração)**
- ✓ **Preparar relatórios claros, simples e relevantes para que os directores possam tomar decisões**
- ✓ **Promover a realização de verificações periódicas a toda a instalação eléctrica da empresa**

- ✓ **Avaliar a eficiência energética como um critério para a aquisição de novos equipamentos**
- ✓ **Realizar auditorias energéticas com vista a analisar o consumo e rever a possibilidade de contratar tarifas mais vantajosas**
- ✓ **Sensibilizar e formar colaboradores dando-lhes a conhecer os benefícios advindos com a melhoria na eficiência no uso de energia**

Deve integrar-se a eficiência de energia na rotina diária de todos os colaboradores da empresa e devem ser relatados os sucessos das medidas de eficiência energética.
- ✓ **Instalar instrumentos de medida e controlo automático, por forma a obter com precisão os dados quantitativos que permitam comparar a situação da empresa antes e após a tomada das diversas medidas**
- ✓ **Promover o êxito alcançado entre os directores, para garantir investimentos futuros**



### Benefícios Ambientais

- ✧ **Racionalização do consumo energético**
- ✧ **Redução das emissões de CO<sub>2</sub>**



### Aspectos Económicos

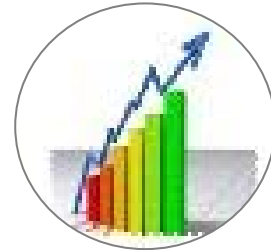
- ✧ **Investimento em recursos humanos para gestão energética**
- ✧ **Custos com formação**
- ✧ **Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo**



## 6.5.2. Promoção de uma gestão eficaz de energia na empresa<sup>(16)</sup>

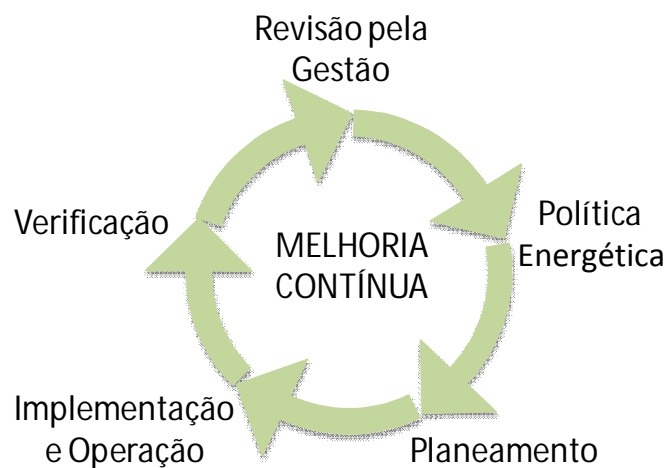
### – Implementação de um sistema de gestão de energia segundo a norma ISO 50001–

A norma ISO 50001 tem como objectivo global auxiliar as empresas a estabelecerem sistemas e processos necessários para melhorar a sua eficiência energética. As acções a desenvolver devem conduzir à redução nos custos e nas emissões de gases com efeito de estufa, através de uma gestão sistemática da energia.



Esta norma baseia-se na metodologia conhecida como ciclo de *Deming*, ou seja, PLAN – DO – CHECK – ACT (PDCA), que pode ser descrita como se segue:

- **Plan** – Estabelecer os objectivos e procedimentos necessários para obter resultados, de acordo com a política energética da organização.
- **Do** – Implementar os procedimentos.
- **Check** – Monitorizar e medir os procedimentos em relação à política energética, objectivos, metas, obrigações legais e outros requisitos que a organização deve cumprir e relatar os resultados.
- **Act** – Empreender acções para melhorar, continuamente, o desempenho do sistema de gestão de energia.



Por outras palavras, um Sistema de Gestão de Energia é um modelo que ajuda a sistematizar na definição das responsabilidades, a planear, a definir indicadores e objectivos, a monitorizar os consumos, a auditar os processos e a implementar medidas no sentido de corrigir situações que possam levar à redução dos consumos energéticos, numa espiral de melhoria contínua.

Este Sistema pode ser integrado com outros Sistemas de Gestão, nomeadamente da Qualidade, Ambiente, Segurança, entre outros.



### Acções a implementar

- ✓ **Elaboração, documentação, implementação e manutenção de um Sistema de Gestão de Energia que satisfaça os requisitos da Norma ISO 50001**



### Benefícios Ambientais

- ✧ **Racionalização do consumo energético**
- ✧ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



### Aspectos Económicos

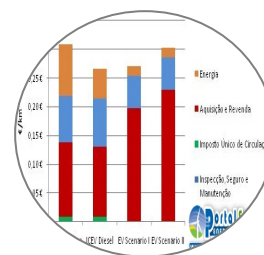
- ✧ **Investimento em recursos humanos para gestão energética**
- ✧ **Custos com formação**
- ✧ **Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo**

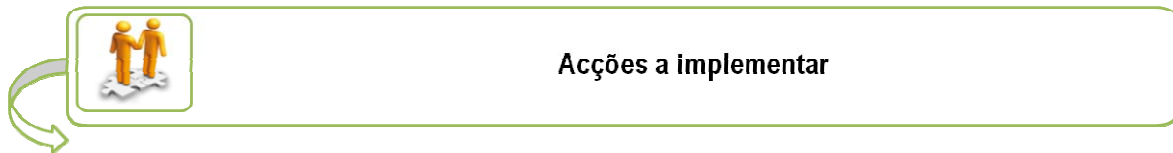
## 6.5.3. Definição de índices de eficiência energética<sup>(16)</sup>

A elaboração de índices de eficiência energética e o cálculo de indicadores económicos permitirão ter ferramentas adequadas para poder conhecer com pormenor o estado de cada processo e comparar com processos semelhantes em empresas análogas, e se necessário, adoptar medidas rectificadoras oportunas.

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

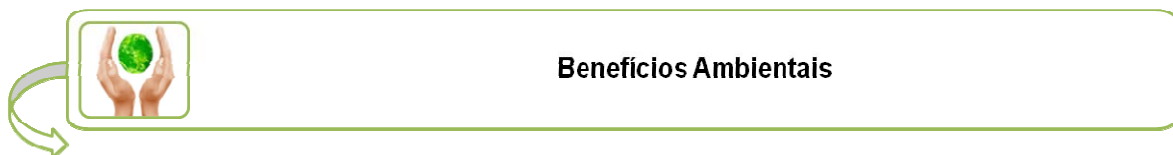
- **Indicadores absolutos**
  - Potências totais instaladas em cada sistema;
  - Horas de funcionamento por ano.
- **Indicadores relativos**
  - Potências instaladas em cada sistema por unidade de superfície ou de produção;
  - Consumo de cada uma das energias por unidade de superfície ou de produção;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





### Acções a implementar

- ✓ Monitorizar o consumo de cada combustível
- ✓ Efectuar um levantamento energético e proceder à contabilidade energética
- ✓ Proceder à definição dos índices de eficiência energética



### Benefícios Ambientais

- ✧ Racionalização do consumo energético
- ✧ Redução das emissões de gases com efeito de estufa



### Aspectos Económicos

- ✧ Investimento em recursos humanos para gestão energética
- ✧ Custos com formação
- ✧ Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo

## 6.5.4. Optimização da contratação e facturação energéticas<sup>(16)</sup>

Na escolha do tipo de energias que se vão consumir, é necessário determinar quais são os mais adequados para o processo produtivo, desde o ponto de vista técnico, económico e do meio ambiente.

Escolhidos os tipos de energia que se vão consumir e a quantidade necessária de cada, é preciso estudar a modalidade de contratação para cada uma das energias, analisando a possibilidade de a obter considerando as tarifas reguladas ou no mercado liberalizado.

É conveniente ter um conhecimento suficientemente amplo das características técnicas, económicas, comerciais e legais do mercado energético, sendo recomendável dispor na empresa de um responsável para esta área, ou recorrer a um especialista externo.

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





### Acções a implementar

- ✓ **Analisar a possibilidade de alterar os consumos das horas de ponta para horas de baixo consumo, permitindo escolher assim um tarifário que premeie os consumos neste tipo de horas**
- ✓ **Analisar se a tarifa eléctrica contratada é a mais adequada ao perfil de consumo**

Deve-se seleccionar o maior nível de tensão de entrega possível, já que, neste caso os termos de potência e de energia são menores que em baixa tensão. Em Portugal, dependendo do número de horas de utilização anual das instalações eléctricas pode interessar optar por tarifas com custos unitários de energia e potência mais adequados sendo necessário efectuar uma simulação com base em consumos registados num período alargado (12 meses de preferência), para se verificar qual a alternativa mais económica;
- ✓ **Corrigir o factor de potência e ajustá-lo para o valor mais elevado possível, mantendo-o sempre acima de 0,93**



### Benefícios Ambientais

- ✎ **Racionalização do consumo energético**
- ✎ **Redução das emissão de gases com efeito de estufa**



### Aspectos Económicos

- ✎ **Investimento em recursos humanos para gestão energética**
- ✎ **Custos com formação**
- ✎ **Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo**

### 6.5.5. *Optimização das condições de aquisição e de operação dos motores eléctricos*<sup>(16)</sup>



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

Estes equipamentos são uma das principais fontes de consumo de energia na Europa, sendo os responsáveis por 70% do consumo de electricidade na indústria europeia. O custo da utilização de um motor eléctrico é de 95% em energia, 3% na compra e 2% em manutenção.

A poupança de energia começa com a selecção apropriada dos motores para cada aplicação. Existe sempre um mais adequado às necessidades, tanto no que diz respeito ao seu tipo por condições próprias da operação, condições de arranque ou regulação de velocidade, assim como pelo seu tamanho ou potência. As maiores poupanças de energia eléctrica obtêm-se quando o motor e a sua carga funcionam na sua máxima eficiência.

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

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

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

Apresentam ainda as seguintes principais vantagens:

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

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

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



### Acções a implementar

- ✓ **Desligar os motores nos momentos de *stand-by*, pois ainda assim consomem grande quantidade de energia**
- ✓ **Evitar o arranque e a operação simultânea de motores, sobretudo os de média e grande capacidade, para diminuir o valor máximo de consumo**
- ✓ **Verificar as horas de funcionamento anuais de cada motor**
- ✓ **Analisar a eficiência do motor e ver se é a adequada para o tempo de operação**

Deve realizar-se um exame aos motores para identificar aqueles que possam ser substituídos por outros com maior eficiência energética e com um período de retorno de investimento rápido. Nesta análise, dividiremos os motores em três categorias:

- Substituição imediata: motores que funcionem continuamente (mais de 8000 horas por ano).
- Substituição quando se produzam falhas.
- Permanência da situação actual.

Motores eficientes ou que funcionam menos de 2000 horas por ano podem ser rebobinados ou substituídos por um motor semelhante. Evitar rebobinar um motor mais de duas vezes, porque pode alterar as características de projecto do motor, o que aumentaria as perdas de energia.

- ✓ **No caso de se substituir algum dos motores existentes**
  - Escolher motores de indução trifásicos em vez de monofásicos. Em motores de potência equivalente, a sua eficiência é de 3 a 5% superior e o seu factor de potência é mais elevado.
  - Se a carga permitir escolher motores de alta velocidade, pois são mais eficazes e no caso de se tratar de motores de corrente alternada, trabalham com um melhor factor de potência.
  - Na necessidade de motores de grande potência e baixa velocidade, considerar a possibilidade de utilizar motores síncronos em vez de motores de indução.
  - Em geral, perante a presença de um motor danificado, os motores de menos de 5 kW devem ser substituídos. Nos motores de 30 kW, deve-se levar a cabo a substituição das peças danificadas, e nos motores entre 5 a 30 kW deve estudar-se o caso para decidir se convém substituir o motor completo ou substituir unicamente as peças necessárias.
- ✓ **Verificar o modo de arranque dos motores e se se realiza de forma sequencial e planificada**
- ✓ **Verificar a existência de variações de tensão e o correcto dimensionamento dos cabos**

Uma tensão reduzida nos terminais do motor gera um aumento da corrente, sobreaquecimento e diminuição da eficiência. As normas permitem uma queda de tensão na ordem dos 5%. Para evitar elevadas quedas de tensão, utilizar condutores correctamente dimensionados.

- ✓ **Verificar o desequilíbrio entre fases, evitando que este seja superior aos 5%, recomendando-se que seja inferior a 1%**
- ✓ **Verificar o dimensionamento dos motores e comprovar que operam com factor de carga entre os 65% e os 100%**

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 trabalha em sobrecarga. Abaixo dos 40% do factor de carga, iniciar a alteração, pois um sobredimensionamento dos motores dá lugar a uma menor eficiência.



Figura 25 - Motor

- ✓ **Rectificar o factor de potência e, em caso de não estar próximo da unidade, analisar a possibilidade de instalar baterias de compensação de energia reactiva**
- ✓ **Verificar a existência de possíveis perdas por más ligações ou na distribuição da energia**
- ✓ **Rectificar o correcto alinhamento do motor com a carga da alimentação, evitando possíveis perdas por atritos desnecessários**

Mesmo assim, é preciso rectificar a lubrificação dos motores para evitar de igual forma perdas por atritos ou fricções.

- ✓ **Verificar o número de arranques do motor. Em caso de serem excessivos, analisar a possibilidade de instalar motores de arranque de tensão reduzida**

Com isto, evitar-se-á um aquecimento excessivo nos condutores e conseguir-se-á diminuir as perdas durante a aceleração.

- ✓ **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 eficiência**
- ✓ **Rectificar a correcta ventilação dos motores, pois um sobreaquecimento traduz-se em maiores perdas, pode danificar os isolamentos e originar uma diminuição da eficiência**
- ✓ **Utilizar arrancadores estrela-triângulo ou de arranque suave como alternativa aos arrancadores convencionais, quando a carga não necessitar de um elevado binário de arranque**

São mais económicos e eficazes em termos energéticos, mas apresentam o inconveniente do binário se reduzir;

### ✓ **Proceder à inspecção periódica do motor**

Deve incluir leituras de corrente, potência, velocidade, resistência de isolamento, etc., com o fim de verificar se se mantêm as condições apropriadas de funcionamento e eficiência, e para realizar acções correctivas, quando seja necessário;



Figura 26 - Motor eléctrico em ambiente corrosivo

### ✓ **Registar se os motores de indução utilizam variadores de velocidade**

A variação de velocidade tem múltiplas vantagens:

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

### ✓ **Verificar se os variadores de velocidade, caso sejam antigos, podem ser substituídos por variadores electrónicos**

Este é o método mais fiável para adequar o consumo de electricidade à carga real que o motor eléctrico terá de suportar, já que as resistências de regulação consomem até 20% da potência que o motor recebe da rede. Ainda assim, permitem melhorar ou reduzir a manutenção e aumentar a vida dos motores e dos mecanismos que os ditos motores accionam. O tempo de recuperação deste investimento costuma ser muito curto, em muitos casos, inferior a um ano.

### ✓ **Efectuar periodicamente a limpeza dos motores**

Tendo em vista eliminar sujidade, pó e objectos estranhos que impeçam o seu bom funcionamento, deverá proceder-se periodicamente à limpeza dos motores. A regularidade com que esta se realiza dependerá das condições em que os motores estejam a trabalhar, mas é recomendável desmontá-los pelo menos uma vez por ano para realizar a limpeza completa de todos os componentes.



#### **Benefícios Ambientais**

- ✎ **Racionalização do consumo energético**
- ✎ **Redução das emissões de gases com efeito de estufa**



#### **Aspectos Económicos**

- ✎ **Investimento em recursos humanos para gestão energética**
- ✎ **Custos com formação**
- ✎ **Optimização dos custos energéticos pela racionalização do seu consumo**



### 6.5.6. Selecção dos combustíveis a utilizar

A mudança de instalações consumidoras de combustíveis sólidos ou de fuelóleo pesado em instalações consumidoras de gás natural é uma medida com potencial de economia energética elevada. Para além da vantagem energética, a utilização de gás natural gera melhorias na produtividade e na qualidade do produto.

As economias energéticas, térmicas e eléctricas que se conseguem com esta medida centram-se nas operações de secagem e são função das tecnologias de combustão empregues e das características do combustível.



#### Acções a implementar

- ✓ **Realização de um estudo de viabilidade técnico, económica e ambiental da utilização de combustíveis alternativos, tais como, gás natural, gás natural liquefeito (GNL) e gás de petróleo liquefeito**

Esse estudo concentrar-se-á nos seguintes factores fundamentais:

- **Disponibilidade:** os combustíveis são um factor de elevada procura na Indústria Têxtil e a sua disponibilidade intermitente dificulta por vezes um fornecimento regular;
- **Distribuição e infraestruturas:** em algumas zonas não existem as infraestruturas necessárias ao transporte e distribuição de alguns dos combustíveis, como por exemplo no caso do gás natural, que é fornecido por canalização;
- **Preço:** é um factor determinante no momento da escolha do combustível, não apenas pelo seu preço pontual como também pelas flutuações previstas;
- **Eficiência ambiental:** este é um dos factores a ter em conta, uma vez que selecção de combustível encontra-se directamente relacionada com o cumprimento/incumprimento da legislação vigente, podendo originar sanções e prejuízo para o meio ambiente;
- **Eficiência energética:** a eficiência energética apresentada por um ou outro combustível, pode também ser uma causa da sua maior ou menor utilização pelas empresas do sector. No entanto, a escassez de informação sobre o assunto e de estudos comparativos, levam a que este seja um factor secundário no momento da selecção do combustível.



#### Benefícios Ambientais

- ✧ **Optimização do consumo energético**
- ✧ **Redução das emissões de SO<sub>2</sub>**
- ✧ **Redução das emissões de CO<sub>2</sub>**
- ✧ **Diminuição da produção e emissão de cinzas**



#### Aspectos Económicos

- ✧ **Investimento nos equipamentos**
- ✧ **Optimização dos custos energéticos pelo aumento do rendimento nas operações**

## 6.5.7. Promoção da economia de energia nas instalações de ar comprimido <sup>(16)</sup>

As instalações de ar comprimido apresentam grandes oportunidades de economia de energia, desde que estejam garantidos os seguintes aspectos:

- projeto adequado, operação correcta da instalação e implementação de um programa de manutenção eficiente.



### Acções a implementar

- ✓ **Assegurar que a utilização do ar comprimido é a adequada e que não se usa para tarefas tais como limpeza (é preferível usar escovas)**

- ✓ **Verificar a pressão de produção do ar comprimido**

Deve fixar-se a pressão do ar comprimido no valor mais baixo possível compatível com os equipamentos consumidores. O consumo de energia é muito mais elevado ao aumentar a pressão de funcionamento;

- ✓ **Verificar que as ferramentas trabalham com a pressão mínima que assegura o seu correcto funcionamento**

Um aumento dos 7 para os 8 bar origina um aumento no consumo eléctrico na ordem dos 9%;

- ✓ **Organizar o consumo de ar comprimido pela sua utilização por hora (horário predeterminado, variável, ou de forma aleatória)**

Pode ser interessante a colocação de válvulas de seccionamento programado, ou por nível de pressão de uso, com o estabelecimento de um regime de distribuição do ar a pressões escalonadas.

- ✓ **Eliminar tubagens de ar comprimido obsoletas ou que já não se usem**

Este tipo de linhas costuma ser uma fonte de fugas

- ✓ **Assegurar-se de que o ar que se comprimirá vem do exterior ou em geral do local mais frio possível**

Se o ar for captado do exterior verificar se está livre de partículas inadequadas, caso em que seria preciso filtrá-lo.



Figura 27 – Depósito de ar comprimido

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 eléctrica 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 até 30% no consumo de energia;

- ✓ **Analisar se há alguma zona concreta na qual a exigência (horário, pressão, etc.) é diferente do resto da fábrica e estudar a possibilidade de instalar um compressor local para essa zona**

- ✓ **Assegurar-se de que os compressores não permanecem ligados em *stand-by***  
Isto supõe um custo elevado. Só deverá ser iniciado o seu funcionamento quando seja necessário  
É melhor utilizar dois equipamentos de ar comprimido para que se utilizem ambos só em casos de uma exigência total, com o qual se evita o sobredimensionamento de um único equipamento que pode chegar a consumir até 75% da energia necessária para operar a plena carga.
- ✓ **Inspeccionar de forma periódica as tubagens do circuito**  
Deverão ser inspeccionadas regularmente as tubagens dos circuitos de ar comprimido, assim como os recipientes de armazenamento.  
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.
- ✓ **Verificar o estado e a limpeza dos pré e pós filtros de ar**  
Os pré e pós filtros são origem de elevadas perdas de carga, ocasionando um aumento do consumo energético e de ar.
- ✓ **Assegurar-se de que os depósitos de armazenamento são do tamanho adequado para o tipo de actividade que se desenvolve**
- ✓ **Rever a alternativa de substituir as ferramentas pneumáticas pelos seus equivalentes eléctricos, em função do posto de trabalho**  
Esta revisão tem de ser feita do ponto de vista técnico-económico. De uma forma geral, as ferramentas eléctricas equivalentes são mais seguras, mais fáceis de operar e consomem menos energia.
- ✓ **Estudar a utilização de secadores de ar, depois do compressor e antes da sua distribuição.**  
Um aumento de temperatura de 40°C poupa 10% de ar comprimido.
- ✓ **Estudar a possibilidade de recuperar o calor residual do compressor**  
O calor do refrigerante – água, ar, óleo – pode ser utilizado para aquecer ar ou água, ou para o aquecimento de naves industriais, mediante um permutador de calor.  
A recuperação do calor residual pode chegar a representar uma poupança anual de energia até 20%.



Figura 28 – Circuito de ar comprimido



#### Benefícios Ambientais

- ✧ Redução no consumo de recursos naturais
- ✧ Redução das emissões de gases com efeito de estufa

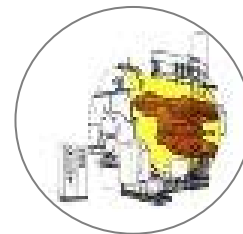


#### Aspectos Económicos

- ✧ Redução nos custos de manutenção
- ✧ Redução com os custos associados ao consumo de energia

## 6.5.8. Promoção da economia de energia nas instalações de geração de vapor<sup>(16)</sup>

As instalações de geração de vapor são sistemas consumidores de elevadas quantidades de energia. Desta forma, torna-se interessante a aplicação de técnicas que permitam reduzir os referidos consumos, contribuindo para uma P+L.



São equipamentos que trabalham sob pressão, projectados 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 em caldeiras provêm de combustíveis fósseis como fuel-óleo, gás natural, etc., ainda que também se usem resistências térmicas e calor residual de outros processos.

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 correcta, estas perdas podem atingir 30%.

Na altura de determinar a eficiência de uma caldeira é preciso conhecer e controlar alguns parâmetros, como por exemplo:

- Rendimento da combustão, devendo ser o máximo possível, diminuindo as perdas por fumos e por inqueimados;
- Temperatura de fumos, que permite conhecer o grau de sujidade das superfícies de permuta;
- Percentagem de inqueimados, que indica o grau de imperfeição ou o quão incompleta está a combustão. Quando este valor é elevado produzem-se depósitos de nafta que diminuem a eficiência da transmissão de calor e aumentam a temperatura de fumos;
- Excesso de ar, que indica a necessidade de afinação do queimador. Um ligeiro excesso de ar diminui as perdas por fumos e assim maximiza-se o rendimento;
- Conteúdo de monóxido de carbono;
- Conteúdo de dióxido de carbono;
- Conteúdo de oxigénio.

Indicam-se de seguida algumas das acções que são necessárias para otimizar a eficiência das caldeiras.



### Acções a implementar

- ✓ **Realizar, por pessoal especializado, uma revisão e limpeza periódicas da caldeira e dos queimadores**

É uma acção importante visto que uma acumulação dos depósitos produzidos pela combustão aumenta as temperaturas de fumos na chaminé, produzindo perdas consideráveis de calor e conseqüentemente diminuição da eficiência. Ainda assim, devem rever-se os depósitos calcários devido à água, que são igualmente origem de perdas de calor pelo aumento da temperatura dos fumos.



Figura 29 - Caldeira

Esta revisão deve incluir um teste da eficiência de combustão e o ajuste da proporção da mistura ar/combustível do queimador para obter a eficácia óptima, já que uma combustão mal ajustada reduzirá a eficiência 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. Ambas as situações diminuem a eficiência da combustão;

✓ **Realizar um controlo de redução de oxigénio**

Deverá ser feito um controlo de redução de oxigénio (O<sub>2</sub>) através de sistemas de monitorização do nível de O<sub>2</sub> dos gases de combustão, que comparam os níveis reais de O<sub>2</sub> com os níveis desejados em função da carga da caldeira.

As válvulas secundárias de ar dos queimadores devem ser ajustadas para que a concentração de O<sub>2</sub> esteja nos níveis requeridos. Isto minimiza a quantidade de excesso de ar dentro da caldeira, o que reduz as perdas pelos gases de combustão.



Figura 30 - Queimador

✓ **Analisar a possibilidade de instalar desgaseificadores nos sistemas de vapor industriais**

Os desgaseificadores 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 um desgaseificador é possível remover praticamente todo o dióxido de carbono dissolvido na água de alimentação da caldeira.

✓ **Rectificar o correcto modo de operação das caldeiras, não permitindo que se liguem em momentos em que não haja necessidade de aquecimento nas zonas de trabalho**

✓ **Verificar se o tamanho da caldeira é adequado para satisfazer as necessidades actuais da empresa**

Deve considerar trocá-la por uma mais pequena se for demasiado grande ou instalar uma suplementar mais pequena para os momentos de menor exigência.



Figura 31 – Caldeira de gás natural

✓ **Se existirem várias caldeiras no sistema, instalar controlos de sequência que desliguem as caldeiras que previsivelmente não se usarão, deixando em operação contínua aquelas que são mais pequenas por serem as que apresentam menos perdas**

✓ **Ponderar a possibilidade de dispor de duas caldeiras diferentes**

Segundo o tipo de processo, averiguar se é possível dispor de duas caldeiras diferentes, uma para água quente e outra para o aquecimento, podendo desta forma reduzir consumos, desligando a caldeira do aquecimento no Verão

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

✓ **Analisar a antiguidade da caldeira e a eficiência associada à tecnologia**

No caso de ser demasiado antiga analisar a possibilidade de modernizá-la ou substituí-la.

✓ **Estudar a possibilidade de instalar uma caldeira de elevada eficiência energética**

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%.

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 a água da alimentação com recuperação de calor do vapor contido nos gases de exaustão. Isto permite alcançar rendimentos próximos dos 100%;

✓ **Realizar uma revisão à casa das caldeiras**

Deve-se assegurar que as aberturas de ventilação estão desimpedidas, não existindo restrições no abastecimento de ar e que a ventilação é adequada para garantir que não há acumulação de gases.



### Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução no consumo de recursos naturais**
- ✧ **Redução no consumo de energia**
- ✧ **Redução das emissões gasosas**



### Aspectos Económicos

- ✧ **Redução com os custos associados ao consumo de energia**

### 6.5.9. Racionalização do consumo de energia nos sistemas de iluminação <sup>(16)</sup>

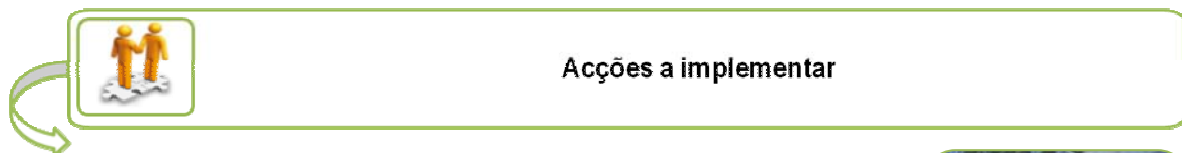
Os ambientes não devem ser iluminados além do recomendado nas normas, pois além de não melhorar o desempenho visual, acarreta consumos elevados de energia. A utilização da luz natural é sob todos os aspectos, o ponto de partida para se obter um sistema de iluminação energeticamente eficiente.



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

Uma das medidas que permite a redução de gastos em iluminação é a consciencialização do pessoal das empresas para a utilização correcta destes sistemas e para desligar as luzes sempre que não forem necessárias. Estes bons hábitos podem promover-se mediante campanhas informativas e colocação de cartazes em locais estratégicos, indicando medidas tais como:

- Evitar iluminar locais vazios.
- Apagar as luzes quando se é a última pessoa a abandonar um local.



#### Acções a implementar

#### ✓ Aproveitar ao máximo a luz natural, diminuindo a necessidade da iluminação artificial

Juntamente com esta medida deve associar-se uma correcta limpeza dos vidros e a eliminação de obstáculos que impeçam a entrada de luz ou façam sombra;



Figura 32 – Aproveitamento da luz natural

#### ✓ Se não houver circunstâncias que o impeça, pintar as paredes e tectos de cores claras, para favorecer a reflexão da luz e diminuir a necessidade de o iluminar

#### ✓ Verificar o estado de limpeza do sistema de iluminação de forma periódica

A sujidade das luminárias ou armaduras, difusores e lâmpadas prejudica a emissão de luz. O nível de poupança pode alcançar os 20% do consumo de energia em iluminação;

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

- Instalação de lâmpadas fluorescentes de 26 mm ou inclusivamente de 16 mm de diâmetro, em vez das de 38 mm. Estima-se uma poupança de energia de 10%.
- Substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de baixo consumo que possuem uma maior duração e um menor consumo energético naquelas zonas que requerem um maior nível de iluminação ou onde os períodos de iluminação são longos.



Figura 33 – Lâmpadas em nave industrial

Este tipo de lâmpadas consome 80% menos que as incandescentes.

- Utilização de balastos electrónicos associados às lâmpadas fluorescentes de alta-frequência. Em comparação com os sistemas de iluminação fluorescentes com balastos convencionais; assiste-se a uma poupança de consumo energético (até 25%), um arranque mais suave, eliminação do ruído e incandescência e uma maior duração (até 50% mais). Esta medida costuma ser recomendada quando o sistema funciona mais de 1500 h/ano.
- Nos armazéns, ou de forma geral em zonas de tectos altos, instalar lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, de maior eficiência que as fluorescentes, e que produzem uma maior iluminação com menores custos de manutenção.

- ✓ **Verificar os níveis de iluminação nas diferentes zonas de trabalho, reduzindo a iluminação naquelas zonas que não são realmente críticas e portanto que não necessitam de uma iluminação relevante, como os corredores**

Como medidas, pode optar-se por suprimir nestas zonas alguns pontos de luz, ou eliminar alguma lâmpada fluorescente. Em algumas situações, caso estas medidas não possam ser aplicadas, pode equacionar-se a substituição do sistema por outro mais adequado.

- ✓ **Assegurar-se que os interruptores são facilmente identificáveis e que indicam correctamente o circuito sobre o qual operam, como também se situam em lugares facilmente acessíveis**

- ✓ **Verificar se a iluminação está correctamente distribuída por zonas de acordo com critérios de funcionamentos afins**

Podem adoptar-se critérios como horários, ocupação ou recorrência à luz natural. Comprovar que a referida distribuição está controlada através do número correcto de interruptores e/ou dos dispositivos de controlo adequados tais como programadores ou sensores de iluminação.



Figura 34 – Iluminação de sensores de presença

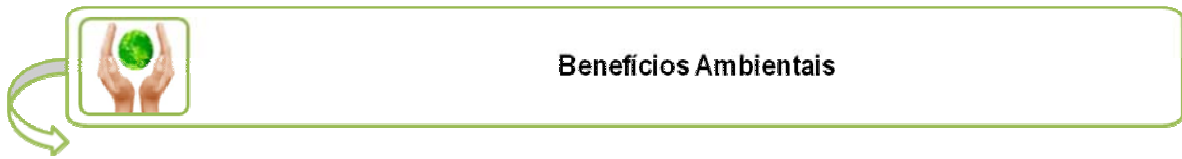
- ✓ **No caso de não se dispor de dispositivos de controlo do sistema, analisar a possibilidade de os instalar, em função da zona**

- Zonas de utilização pouco frequente (casas de banho, vestiários): detectores por infra-vermelhos que permitam a ligação automática da iluminação.
- Zonas de utilização presencial (armazéns e refeitórios): interruptores temporizados.
- Zonas exteriores de utilização obrigatória (parque de estacionamento, iluminação periférica): controlos automáticos programados à hora ou através de células sensíveis ao movimento e fotocélulas.

- ✓ **Apagar a iluminação de sectores desactivados ou que estão temporariamente em desuso, mesmo que por poucas horas podendo-se utilizar detectores de presença**

- ✓ **Utilizar telhas translúcidas com a finalidade de aproveitar a luz natural**





- ✧ **Redução no consumo do recurso energia**
- ✧ **Redução da emissão de gases com efeito de estufa**



- ✧ **Investimento no material de iluminação**
- ✧ **Redução nos custos com consumo de energia**

## 6.5.10. Racionalização do consumo de energia em processos específicos

A racionalização do processo produtivo consegue-se através da execução de um conjunto de medidas que incluem a implementação de tecnologias mais eficientes, gestão do tempo nos processos, dos recursos naturais e dos espaços. Seguidamente, descrevem-se algumas técnicas de conservação de energia aplicadas a processos específicos na indústria têxtil.



### Acções a implementar

#### ✓ Utilizar um sistema de ar condicionado localizado

Na fição utilizar um sistema de ar condicionado localmente, junto das máquinas em vez de condicionar toda a área envolvente, até porque as condições de temperatura e humidade adequadas à fibra podem não ser as mais adequadas aos operadores. As economias de energia resultam da redução de volume necessário a condicionar.

#### ✓ Utilizar "foulards" impregnadores de alto rendimento

Na preparação para a tecelagem e na operação de encolagem, utilizar "foulards" impregnadores de alto rendimento que permitem economias de energia de 10 a 15 % de acordo com o tipo de fibra a ser tratada.

#### ✓ Optimizar operações de tingimento e acabamento

Nas operações de tingimento e acabamento, poderão ser implementados as seguintes principais medidas: redução da relação do banho, redução dos tempos de tratamento, redução do diferencial de temperatura necessário ao tingimento (utilizando corantes especiais), melhoria na operação de secagem (controlando o ar de exaustão de modo a que ele saia do secador tão próximo da saturação quanto possível e recuperar a energia do ar à saída por permuta de calor com o ar de entrada), utilização de operações sem água e utilização do tingimento em contínuo (que permite o aproveitamento do calor residual do sistema continuamente utilizado).

#### ✓ Substituir os sistemas de iluminação geral por iluminação localizada na confecção

#### ✓ Implantar o processo de decatissagem

Este processo que tem por base eliminar o brilho dos tecidos e consiste na passagem de vapor e depois ar frio através do tecido, utilizando a seguinte técnica:

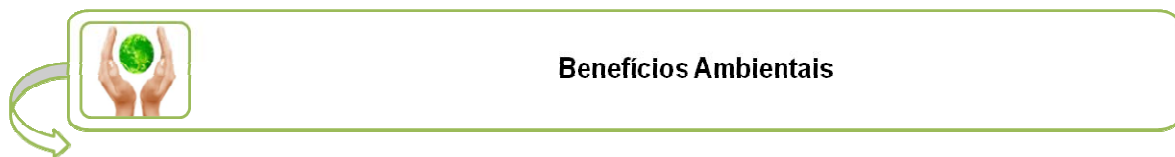
Imediatamente antes do encolhimento e decatissagem o material é humedecido. No processo seguinte de encolhimento e decatissagem, o cinto de pressão, esticado através de um sistema de tensão, pressiona o material de encontro a um cilindro. Aquecendo o cinto de pressão, assim como o cilindro, fornece-se calor de uma forma controlada a ambos os lados do material, o que faz com que a humidade aplicada anteriormente se transforme em vapor.

Obtém-se desta forma, um toque macio no material tratado, um maior volume devido à expansão do vapor e uma maior fixação. A utilização desta técnica em substituição do sistema convencional de decatissagem que utiliza o princípio de sucção, conduz a uma redução no consumo de vapor em 80% e uma redução no consumo de energia de 60%. (fonte: pnapri- guia técnico do sector têxtil, ineti);

### ✓ Utilizar secadores por radiofrequência nas operações de secagem

A utilização de secadores por rádio frequência, permite diminuir o consumo de energia e reduzir o erro introduzido pelo operário, uma vez que vem equipado com um sistema de controlo automático. A secagem neste tipo de equipamento realiza-se a baixas temperaturas, 40°C a 75°C, não requer a utilização de vapor e um só equipamento permite secar uma variedade de tipos de produto, uma vez que evitam a migração de corantes, e não requerem aquecimento prévio do equipamento. Tem um sistema de controlo automático da humidade e melhoram o ambiente de trabalho uma vez que não há perdas de calor por radiação. (Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI);

### ✓ Planear o processo produtivo de modo a implicar um maior consumo no período de baixo custo



- ✎ Redução no consumo de recurso energia
- ✎ Redução das emissões de gases com efeito de estufa



- ✎ Investimento na aquisição ou alteração de equipamentos e/ou processos
- ✎ Redução dos custos com consumo de energia pelo aumento de rendimento ou minimização do consumo energético

### 6.5.11. Promoção do reaproveitamento de calor

Reaproveitar o calor proveniente de condensação, água de refrigeração do processo e banhos residuais aquecidos, baseado num Programa de Reaproveitamento do Calor, pode gerar ganhos em torno de 15%, já que o calor é a mais pobre das energias.



#### Acções a Implementar

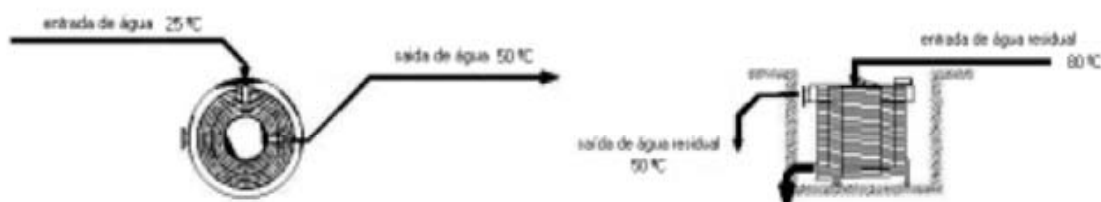
##### ✓ Recuperar a energia calorífica das águas residuais

A recuperação da energia calorífica contida nas águas residuais já é bastante utilizada. No entanto, existem muitas empresas que ainda não se aperceberam da sua importância.

Existem várias técnicas para recuperação de calor; no entanto quase todas elas são afectadas por problemas de disposição de fibras ou outros sedimentos provenientes das operações de processamento. Contudo, simples sistemas de filtração ou lavagens periódicas do equipamento de recuperação de calor; permitem controlar este problema.

O sistema de recuperação de calor esquematizado na figura seguinte é um exemplo deste tipo de equipamentos. O seu funcionamento consiste em fazer com que a água residual quente percorra, a partir do centro, o equipamento de recuperação, através de tubos com uma área de transferência de calor de 30m<sup>3</sup>, antes de ser descarregada. Uma válvula permite que periodicamente se faça a descarga de toda a água armazenada, por forma a impedir a acumulação de sujidades nos tubos e no tanque. A água limpa entra no tanque e em contacto com os tubos onde circula a água residual adquire calor.

Na figura seguinte estão esquematizadas as entradas e saídas de água residual e de água limpa neste sistema de recuperação de energia térmica.



Fonte: PNAPRI- Guia Técnico do Sector Têxtil, INETI

Figura 35 - Recuperação de energia térmica



### Benefícios Ambientais

- ✧ **Redução do consumo de energia**
- ✧ **Redução de desperdícios**



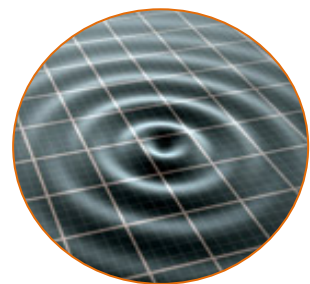
### Aspectos Económicos

- ✧ **Investimento no equipamento**
- ✧ **Minimização dos custos com energia**

## 6.6. Ruído e vibrações

Existem diversos equipamentos utilizados nas sucessivas etapas da indústria têxtil que podem ser fonte potencial de emissões de ruído e vibrações, que se não forem controladas podem gerar incómodo aos trabalhadores e vizinhança das instalações industriais.

A principal fonte de ruído está geralmente associada à operação de máquinas e equipamentos. Por esta razão para reduzir na fonte, devem ser implementadas determinadas acções.



### Acções a Implementar

#### ✓ **Seleccionar equipamentos com baixo nível de geração de ruído**

Durante o processo de aquisição de qualquer máquina potencialmente emissora de ruídos, deve sempre escolher-se a mais silenciosa. As máquinas velhas ou em mau estado devem ser substituídas progressivamente por outros equipamentos com menor emissão de ruído.

#### ✓ **Isolar as fontes emissoras de ruído**

O uso de barreiras ou isolamentos ajustados ao tipo de máquinas permite isolar a fonte de ruído, reduzindo em algumas ocasiões até 50% do nível de poluição acústica.

#### ✓ **Insonorizar os equipamentos geradores de ruído**

Os equipamentos geradores de ruído devem ser insonorizados através de cabines de isolamento acústico, barreiras acústicas, silenciadores de absorção, etc.

### ✓ Instalar superfícies amortecedoras

A instalação de superfícies amortecedoras ou amortecedores nos suportes de equipamentos, em uniões entre elementos diferentes e nas mesas de trabalho visam a redução dos impactos mecânicos e das vibrações. Estas superfícies devem impedir a transmissão de ruído através dos elementos construtivos.

### ✓ Evitar turbulências nas saídas de gases das chaminés

### ✓ Utilizar veículos eléctricos para o transporte de matérias-primas no interior da empresa

### ✓ Proceder ao acondicionamento acústico das empresas

Permite reduzir a transmissão de ruído para o exterior. Este sistema baseia-se no uso de materiais isolantes na construção e acondicionamento de paredes e tectos. Este isolamento deverá ser complementado com janelas de vidro duplo, com câmara de ar intermédia e com o perfeito ajuste de portas e selagem de juntas, orifícios, etc.

### ✓ Instalar pavimento poroso no interior e exterior da empresa

É uma forma de reduzir o ruído produzido pelos pneus dos veículos (carrinho de mão, camiões, etc.).

### ✓ Planear a realização de trabalhos que impliquem ruído em período diurno e em momentos do dia em que o número de trabalhadores expostos ao ruído seja o mínimo possível

### ✓ Efectuar manutenção preventiva de equipamentos geradores de ruídos

### ✓ Elaborar planos de controlo de ruído que incluam mapas de ruído dentro e no perímetro da empresa

### ✓ Ministrar formação/sensibilização aos trabalhadores sobre ruído e vibrações

Os trabalhadores devem ter conhecimento dos procedimentos de actuação para minimização do ruído e vibrações produzidos. Deverá ser dispensada uma atenção especial aos trabalhadores recém-contratados.

### ✓ Melhorar *layout* dos edifícios posicionando-os de forma a usá-los como barreiras acústicas, aproveitando também, a própria topografia do local



#### Benefícios Ambientais

#### ☞ Redução de emissão de ruído



#### Aspectos Económicos

#### ☞ Investimento na compra de isoladores acústicos, na manutenção dos equipamentos, etc

#### ☞ Poupanças de eventuais coimas por excesso de ruído ambiental

## 7. MELHORES TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

No presente capítulo, pretende-se identificar de uma forma resumida as Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD) genéricas para a Indústria Têxtil, com base no documento de referência - BREF- "Best Available Technologies (BAT) REference documents", elaborado pela Comissão Europeia, ao abrigo da Directiva 2008/1/CE do Conselho.

O BREF abrange as actividades industriais especificadas na categoria 6.2 do Anexo I da Directiva 2008/1/CE ("Directiva IPPC") sob a designação: "Instalações destinadas ao pré-tratamento (operações de lavagem, branqueamento, mercerização) ou ao tingimento de fibras ou têxteis, cuja capacidade de tratamento seja superior a 10 toneladas por dia". O BREF contém ainda vários anexos com informação suplementar sobre produtos auxiliares para têxteis, corantes e pigmentos, maquinaria têxtil, receituário típico, etc.

### ■ ***Boas práticas gerais de gestão***

As melhorias tecnológicas devem ser acompanhadas de gestão ambiental e uma boa gestão interna. A administração de uma instalação que utiliza processos potencialmente poluentes requer a implementação de múltiplos elementos de um sistema de gestão ambiental (SGA). A implementação de um sistema de monitorização para as entradas e saídas do processo constitui um pré-requisito para a identificação das áreas prioritárias e das opções para a melhoria do desempenho ambiental.

### ■ ***Doseamento e distribuição de produtos químicos (excluindo corantes)***

A MTD consiste em instalar sistemas automatizados de doseamento e distribuição que medem as quantidades exactas necessárias de produtos químicos e auxiliares e os enviam directamente para as várias máquinas através de sistemas de tubagens sem contacto humano.

### ■ ***Seleção e utilização de produtos químicos***

A MTD consiste em seguir certos princípios gerais na selecção dos produtos químicos e na gestão da sua utilização:

- Sempre que for possível efectuar o processo desejado sem a utilização de produtos químicos, o seu uso deve ser completamente evitado;
- Nos casos em que tal não é possível, deve adoptar-se uma abordagem baseada no risco para seleccionar os produtos químicos e o seu modo de utilização de modo a assegurar o menor risco global.

Existem várias normas e ferramentas que classificam os produtos químicos. Os modos de operação que asseguram o menor risco global incluem técnicas tais como circuitos fechados e destruição dos poluentes em circuito fechado. É, essencial cumprir devidamente a legislação comunitária relevante.

Com base nestes princípios, surgem várias conclusões detalhadas sobre a MTD, nomeadamente para os tensoactivos, os agentes complexantes e os agentes antiespuma. Para informação mais detalhada, deverá consultar-se o capítulo 5 do BREF para a indústria têxtil.

### ■ **Seleção das entradas de fibras como matéria-prima**

A MTD consiste em procurar estabelecer colaborações com parceiros a montante na cadeia têxtil, de modo a criar uma cadeia de responsabilidade ambiental para os têxteis. É desejável que haja troca de informações sobre o tipo e carga dos produtos químicos adicionados e que permanecem nas fibras em cada etapa do ciclo de vida do produto. Foram identificadas várias MTD para diferentes matérias-primas:

- **Fibras não naturais:** a MTD consiste em seleccionar materiais tratados com agentes de preparação de baixa emissão e biodegradáveis/bioelimináveis;
- **Algodão:** as principais questões são a presença de substâncias perigosas, tais como o PCP, e o tipo e quantidade de encolantes utilizados (selecção do material com baixo teor de encolantes e facilmente elimináveis por via biológica). Quando as condições de mercado assim o permitirem, deve preferir-se algodão de agricultura biológica;
- **Lã:** deve ser dada relevância à utilização da informação disponível e encorajadas as iniciativas de colaboração entre os órgãos competentes, de modo a evitar o processamento de lã contaminada com pesticidas OC e minimizar na fonte os ectoparasiticidas legais utilizados nas ovelhas. Faz também parte da MTD a selecção da fiacção de fio de lã com agentes de fiacção biodegradáveis, em vez de formulações baseadas em óleos minerais e/ou contendo APEO.

Todas estas medidas assumem que as fibras como matérias-primas para o processamento têxtil são produzidas com algum tipo de esquema de certificação de qualidade, de modo que a fábrica de acabamento possa ter a informação apropriada sobre os tipos e quantidades de contaminantes.

### ■ **Gestão da água e da energia**

A MTD começa pela monitorização do consumo de água e de energia nos vários processos, acompanhada de uma melhoria do controlo dos parâmetros de processo. A MTD inclui a utilização de maquinaria com relações de banho reduzidas para os processos descontínuos e processos que necessitem da adição de pequenas quantidades de aditivos para os processos contínuos, que possibilitem a utilização de técnicas que proporcionem a eficiência da lavagem. A MTD consiste também em investigar as possibilidades de reutilização e reciclagem de água mediante uma caracterização sistemática da qualidade e do volume dos vários efluentes do processo.

### ■ **Lavagem da lã**

#### **Lavagem da lã com água**

A MTD consiste em utilizar ciclos de recuperação de gordura e de sujidade. Os valores associados à MTD relativos ao consumo de água são de 2 a 4 l/kg de fibra de lã em cru para fábricas médias e grandes (15 000 t de lã em bruto/ano) e de 6 l/kg para fábricas pequenas. Os valores associados à recuperação de gordura encontram-se na gama de 25 % a 30 % da gordura que se estima existir na lã lavada. De igual modo, os valores associados à MTD para o consumo de energia são de 4–4,5 MJ/kg de lã em cru processada, sendo aproximadamente 3,5 MJ/kg para energia térmica e 1 MJ/kg para energia eléctrica. No entanto, devido à falta de dados, não foi possível definir se os supramencionados valores associados à MTD para o consumo de água e de energia são também aplicáveis à lã extrafina (diâmetro de fibra tipicamente da ordem de 20µm ou menor).



## Lavagem da lã com solvente orgânico

A lavagem da lã a fundo com solvente orgânico é considerada MTD desde que sejam tomadas todas as medidas para minimizar as perdas e evitar qualquer possível contaminação dos lençóis freáticos devido a poluição difusa ou a acidentes. Para informações detalhadas sobre estas medidas, deverá consultar-se a secção 2.3.1.3 do BREF para a indústria têxtil

## ■ *Acabamento têxtil e a indústria de carpetes*

### ○ Tratamento prévio

Na **remoção dos lubrificantes utilizados na tricotagem** a MTD consiste em efectuar um dos seguintes procedimentos:

- Seleccionar malhas tricotadas com recursos a lubrificantes hidrossolúveis e biodegradáveis em vez dos lubrificantes convencionais baseados em óleos minerais (consultar a secção 4.2.3 do BREF). Remover os lubrificantes por lavagem. A etapa de lavagem de malhas de fibras sintéticas deve ser efectuada antes da termofixação (de modo a remover os lubrificantes e evitar a sua libertação sob a forma de emissões para a atmosfera);
- Efectuar a etapa de termofixação antes da lavagem e tratar as emissões para a atmosfera geradas na râmula com sistemas de electrofiltração a seco que permitem a recuperação de energia e a recolha separada do óleo. Este procedimento reduz a contaminação do efluente (deverá consultar-se a secção 4.10.9 do BREF);
- Remover os óleos insolúveis em água por lavagem com solvente orgânico. São seguidamente adoptados os requisitos descritos na secção 2.3.1.3 do BREF, conjuntamente com requisitos para a destruição em circuito dos poluentes persistentes (por exemplo, através de processos de oxidação avançados). Este procedimento evita qualquer possível contaminação dos lençóis freáticos por poluição difusa ou acidentes. Esta técnica é conveniente quando a malha contém outros agentes de preparação insolúveis em água, como os óleos de silicone.

Na etapa de **desencolagem** a MTD consiste num dos seguintes procedimentos:

- Seleccionar matéria-prima processada com técnicas de adição de baixo teor de aditivos (por exemplo, pré-molhagem do fio da teia, consultar a secção 4.2.5 do BREF) e encolantes facilmente elimináveis por via biológica (consultar a secção 4.2.4 do BREF) em conjunção com a utilização de sistemas de lavagem eficientes para a desencolagem e técnicas de tratamento de águas residuais de baixa razão alimentação/massa (A/M) ( $A/M < 0,15 \text{ kg CBO}_5/\text{kg MLSS}\cdot\text{d}$ , adaptação da lama activada e temperaturas superiores a 15°C - consultar a secção 4.10.1 do BREF), de modo a melhorar a apetência dos agentes de desencolagem para a eliminação por via biológica;
- Sempre que não for possível controlar a proveniência de matéria-prima, adoptar a via oxidante (consultar a secção 4.5.2.4 do BREF);
- Combinar a desencolagem/fervura e o branqueamento numa etapa única, tal como se descreve na secção 4.5.3 do BREF;
- Recuperar e reutilizar os encolantes por ultrafiltração, tal como se descreve na secção 4.5.1 do BREF.
- Na etapa de **branqueamento** constitui MTD:

- Utilizar preferencialmente peróxido de hidrogénio como agente de branqueamento, conjuntamente com técnicas para a minimização da utilização de estabilizadores de peróxido de hidrogénio, tal como se descreve na secção 4.5.5 do BREF, ou utilizando os agentes complexantes biodegradáveis/bioelimináveis descritos na secção 4.3.4 do BREF;
- Utilizar clorito de sódio nas fibras de linho e outras fibras grossas que não podem ser branqueadas apenas com peróxido de hidrogénio. A opção preferencial consiste no branqueamento em duas etapas com peróxido de hidrogénio, seguido de dióxido de cloro. Deve assegurar-se a utilização de dióxido de cloro isento de cloro elementar. O dióxido de cloro isento de cloro elementar é produzido mediante a utilização de peróxido de hidrogénio como agente redutor de clorato de sódio (consultar a secção 4.5.5 do BREF);
- O branqueamento com hipoclorito de sódio dá origem a reacções secundárias que formam compostos orgânicos halogenados, medidos usualmente sob a forma de AOX. A utilização de hipoclorito de sódio deve ser limitada apenas aos casos nos quais é necessário atingir uma elevada brancura e em tecidos frágeis que possam sofrer uma degradação do grau de polimerização. Nestes casos especiais e de modo a reduzir a formação de AOX (o triclorometano deve ser considerado no conjunto dos compostos formados), efectua-se o branqueamento com hipoclorito de sódio num processo em duas etapas em que se utiliza peróxido na primeira etapa e hipoclorito na segunda. O efluente proveniente do branqueamento com hipoclorito é mantido separado dos outros banhos e efluentes mistos de modo a reduzir a formação de AOX.

Na etapa de **mercerização** a MTD consiste num dos seguintes procedimentos:

- Recuperar e reutilizar o álcali da água de enxaguamento da mercerização, tal como se descreve na secção 4.5.7 do BREF.
- Ou reutilizar o efluente contendo álcali noutros tratamentos de preparação.

### o Tingimento

No **doseamento e distribuição de corantes** a MTD consiste em efectuar todos os procedimentos seguintes:

- Reduzir o número de corantes (uma forma de reduzir o número de corantes consiste em utilizar sistemas tricromáticos);
- Utilizar sistemas automatizados para o doseamento e distribuição dos corantes, utilizando somente a operação manual para corantes utilizados pouco frequentemente;
- Em linhas contínuas longas, em que o volume morto da linha de distribuição é comparável ao volume do *foulard*, preferir estações automatizadas descentralizadas, que não efectuam uma pré-mistura dos diferentes produtos químicos com os corantes antes do processo e cuja limpeza é completamente automática.

Para os **processos de tingimento descontínuos (esgotamento)** constitui MTD:

- Utilizar máquinas equipadas com: controladores automáticos do volume de enchimento, temperatura e outros parâmetros do ciclo de tingimento, sistemas indirectos de aquecimento/refrigeração, sistemas de ventilação e portas que minimizem as perdas de vapores;

- 
- Seleccionar as máquinas que melhor se adequam ao tamanho da partida a ser processada, de modo a permitir a sua operação na gama de relações de banho nominais para a qual foram concebidas. As máquinas modernas podem funcionar em condições de relação de banho aproximadamente constante, mesmo para níveis de carga até 60 % da sua capacidade nominal (ou mesmo 30 % da sua capacidade nominal no caso de máquinas de tingimento de fio) (consultar a secção 4.6.19 do BREF);
  - Seleccionar as novas máquinas tentando ao máximo estar em conformidade com os requisitos descritos na secção 4.6.19 do BREF:
    - Relação de banho baixa ou ultra baixa,
    - Separação do substrato e do banho no próprio processo,
    - Separação interna entre banho de processo e o banho de lavagem,
    - Extracção mecânica do banho em excesso de modo a reduzir o arrastamento e melhorar a eficiência de lavagem,
    - Duração reduzida do ciclo;
  - Substituir o método de enxaguamento por transbordamento por métodos de drenagem e enchimento ou outros (enxaguamento inteligente para tecidos), tal como se descreve na secção 4.9.1 do BREF;
  - Reutilização da água de enxaguamento para o próximo tingimento ou reconstituição e reutilização do banho de tingimento, desde que as condições técnicas assim o permitam. Esta técnica (descrita em detalhe na secção 4.6.22 do BREF) é mais fácil de implementar no tingimento de fibra em rama quando se utilizam máquinas verticais (de alimentação pelo topo). O porta-material pode ser removido da máquina de tingimento sem drenagem do banho. No entanto, as máquinas de tingimento descontínuo modernas encontram-se equipadas com tanques de retenção que permitem uma separação automática ininterrupta dos banhos mais concentrados e da água de enxaguamento.

#### **MTD para os processos de tingimento contínuo**

Os processos de tingimento contínuo e semicontínuo consomem menores quantidades de água do que os processos descontínuos, mas produzem resíduos altamente concentrados.

A MTD consiste em reduzir as perdas de banho concentrado através:

- Da utilização de sistemas de aplicação de banhos com baixo teor de aditivos e minimização da capacidade volumétrica do balseiro de imersão em processos de tingimento com *foulard*;
- Da adopção de sistemas de alimentação em que os produtos químicos são distribuídos, em linha, em tubagens distintas, sendo apenas misturados imediatamente antes de serem enviados ao aplicador;
- Da utilização de um dos seguintes sistemas de doseamento para o banho de foulardagem, com base na medição da taxa de absorção (consultar 4.6.7 do BREF):
  - Medir a quantidade de banho de tingimento consumida relativamente à quantidade de tecido processado (comprimento do tecido multiplicado pelo seu peso específico); os valores resultantes são processados automaticamente e utilizados para a preparação do banho da próxima partida de características comparáveis;

- Utilizar processos de tingimento rápidos, em que a receita, em vez de ser preparada para toda a partida antes de iniciar o tingimento, é preparada na altura, em várias etapas, com base em medições do banho residual. Esta segunda técnica é preferível desde que economicamente possível (consultar 4.6.7 do BREF);
- Do aumento da eficiência da lavagem de acordo com os princípios da lavagem em contracorrente e redução do arrastamento descritos na secção 4.9.2. do BREF.

No tingimento de PES (polietilenotereftalato) e de misturas de PES com corantes dispersos constitui MTD:

- Evitar a utilização de carries perigosos através de (por ordem de prioridade):
  - Utilização de fibras de poliéster que se possam tingir sem recurso a carries (PET modificado ou do tipo tereftalato de politrimetileno (PTT), tal como se descreve na secção 4.6.2 do BREF, desde que as condições de mercado assim o permitam);
  - Tingimento a alta temperatura sem a utilização de *carries*. Esta técnica não é aplicável a misturas PES/Wo e EA/Wo;
  - No tingimento de fibras de lã/PES, substituir os *carries* convencionais por compostos à base de benzilbenzoato e N-alquilftalimida (consultar a secção 4.6.1 do BREF);
- Substituir o ditionito de sódio no pós-tratamento de PES mediante a aplicação de uma das duas técnicas propostas (tal como se descreve na secção 4.6.5 do BREF):
  - Substituir o ditionito de sódio por agentes redutores baseados em derivados do ácido sulfídrico. Esta substituição deve ser conjugada com medidas que assegurem que só é consumida a quantidade de agente redutor estritamente necessária para reduzir o corante (por exemplo, utilizando azoto para remover o oxigénio da solução e do ar da máquina);
  - Utilização de corantes dispersos que possam ser removidos em meio alcalino por solubilização hidrolítica em vez de redução (consultar a secção 4.6.5 do BREF);
- Utilizar receitas de tingimento optimizadas que contenham agentes dispersantes facilmente bioelimináveis, tal como se descreve na secção 4.6.3. do BREF.

No tingimento com corantes sulfurosos a MTD consiste em:

- Substituir os corantes sulfurosos convencionais em pó ou em líquido por corantes isentos de enxofre, estabilizados e não pré-reduzidos, ou por corantes líquidos pré-reduzidos, com um teor de sulfureto inferior a 1 %;
- Substituir o sulfureto de sódio por agentes redutores isentos de enxofre ou por ditionito de sódio, por esta ordem de preferência;
- Adoptar medidas que assegurem que só é consumida a quantidade de agente redutor estritamente necessária para reduzir o corante (por exemplo, utilizando azoto para remover o oxigénio da solução e do ar da máquina);
- Utilizar peróxido de hidrogénio como oxidante preferencial.

Para informações mais detalhadas deverá consultar-se a secção 4.6.6 do BREF.

No tingimento descontínuo (esgotamento) com corantes reactivos constitui MTD:

- Utilizar corantes reactivos de alta fixação e baixo teor de sal, tal como se descreve nas secções 4.6.10 e 4.6.11 do BREF;

- Evitar a utilização de detergentes e de agentes complexantes nas etapas de enxaguamento e neutralização após o tingimento através da aplicação de enxaguamento a quente integrado com um sistema de recuperação da energia térmica do efluente de enxaguamento (consultar a secção 4.6.12 do BREF).

#### **Tingimento em Pad-Batch com corantes reactivos**

A MTD consiste na utilização de técnicas de tingimento com níveis de desempenho equivalentes aos descritos na secção 4.6.13 do BREF. A técnica descrita é mais eficiente em termos de redução dos custos do processo total do que o tingimento pad-batch, mas é significativo o investimento de capital inicial para mudar para a nova tecnologia. No entanto, para as instalações novas e para aquelas que pretendem substituir o equipamento, o factor custo não é tão significativo. Em todos os casos, a MTD consiste em evitar a utilização de ureia e utilizar métodos de fixação isentos de silicatos (consultar a secção 4.6.9 do BREF).

No **tingimento da lã** constitui MTD:

- Substituir os corantes de crómio por corantes reactivos ou, quando tal não é possível, utilizar métodos de teor ultra baixo de crómio que cumpram todos os seguintes requisitos definidos na secção 4.6.15 do BREF:
  - Atingir factores de emissão de 50 mg de crómio por kg de lã tratada, o que corresponde a uma concentração de crómio de 5 mg/l no banho de tingimento com crómio usado, para o caso de se utilizar uma relação de banho de 1:10;
  - Não detectar crómio (VI) nas águas residuais (utilizando um método padronizado que permita detectar Cr [VI] em concentrações <0,1 mg/l);
- Assegurar o mínimo de descarga de metais pesados nas águas residuais, nos casos de tingimento da lã com corantes de complexos metálicos. Os factores de emissão associados à MTD são de 10–20 mg/kg de lã tratada, o que corresponde a uma concentração de crómio de 1–2 mg/l no banho de tingimento com corantes de crómio, para o caso de se utilizar uma relação de banho de 1:10. Tais desempenhos podem ser atingidos através da:
  - Utilização de produtos auxiliares que aumentem a absorção do corante, como, por exemplo, o processo descrito na secção 4.6.17 do BREF para lã em rama e em fita;
  - Utilização de métodos de controlo do pH de modo a maximizar o esgotamento do banho de tingimento em outros tipos de substrato;
- Preferir processos controlados pelo pH no caso de tingimento com corantes controláveis por pH (corantes ácidos e básicos), de modo que a qualidade do tingimento possa ser obtida com máximo esgotamento dos corantes e dos agentes anti-insectos e a mínima utilização de agentes de igualização orgânicos (consultar a secção 4.6.14 do BREF).

## **o Estampagem**

No **processo de estampagem** em geral constitui MTD:

- Reduzir as perdas de pasta de estampagem na técnica de quadro rotativo através de:
  - Minimização do volume dos sistemas de fornecimento de pasta de estampagem (consultar 4.7.4 do BREF);

- Recuperação da pasta de estampagem do sistema de fornecimento no final de cada partida, adoptando a técnica descrita na secção 4.7.5 do BREF;
- Reciclagem da pasta de estampagem residual (consultar a secção 4.7.6 do BREF);
- Reduzir o consumo de água nas operações de limpeza através da combinação de (consultar a secção 4.7.7 do BREF):
  - Controlo de arranque/paragem da limpeza do tapete de estampagem;
  - Reutilização da água de enxaguamento menos contaminada proveniente da limpeza dos rolos, dos quadros e dos baldes;
  - Reutilização da água de enxaguamento proveniente da limpeza do tapete de estampagem;
- Utilizar máquinas de estampagem por jacto de tinta para a produção de pequenas partidas (inferiores a 100 m) para tecidos lisos, desde que o permitam as condições de mercado (consultar a secção 4.7.9 do BREF). Não é considerada MTD lavar com jacto de solvente para evitar o entupimento das cabeças de impressão quando a máquina de estampagem não está em funcionamento;
- Utilizar as máquinas de estampagem por jacto digitais descritas na secção 4.7.8 para a estampagem de carpetes e de tecidos de elevada gramagem, excepto para estampagem por reserva e situações similares.

No processo de **estampagem com corantes reactivos** a MTD consiste em evitar a utilização de ureia através de um dos seguintes procedimentos:

- Processo de uma etapa com adição controlada de humidade, em que a humidade é aplicada pela técnica de espuma ou através de spray (consultar a secção 4.7.1 do BREF)
- ou
- Método de estampagem em duas fases (consultar 4.7.2 do BREF).
  - Para a seda e para a viscosa, a técnica de spray de uma fase não é fiável devido à quantidade de humidade requerida por essas fibras. A técnica de espuma com eliminação completa da ureia está estudada e optimizada para a viscosa, mas ainda não para a seda e é questionável se a técnica é economicamente viável para fábricas de menor dimensão. Nos casos em que não se utiliza a técnica de espuma, é possível reduzir a quantidade de ureia consumida para cerca de 50 g/kg de pasta de estampagem para a seda e 80 g/kg para a viscosa.

No **processo de estampagem com pigmentos** a MTD consiste na utilização de pastas de estampagem optimizadas que cumpram os seguintes requisitos:

- Espessantes de baixa emissão de carbono orgânico volátil (ou isentos de solventes voláteis) e agentes ligantes/fixadores com baixo teor de formaldeído. O valor de emissões para a atmosfera associado é <0,4 g de C orgânico/kg de produto têxtil (assumindo 20 m<sup>3</sup> de ar/kg de produto têxtil);
- Isentas de alquilfenoletoxilatos (APEO) e bioelimináveis;
- Teor de amoníaco reduzido. Valor de emissão associado: 0,6 g de NH<sub>3</sub>/kg de produto têxtil (assumindo 20 m<sup>3</sup> de ar/kg de produto têxtil).

Para informações mais detalhadas deverá consultar-se a secção 4.7.3 do BREF.

## o Acabamento

No **processo de acabamento** em geral constitui MTD:

- Minimizar o efluente final através de:
  - Utilização de técnicas de aplicação mínima (por exemplo, aplicação de espuma, spray) ou redução do volume dos balseiros de foulardagem;
  - Reutilização dos banhos de foulardagem desde que a qualidade não seja afectada;
- Minimizar o consumo de energia nas râmulas através da (consultar a secção 4.8.1 do BREF):
  - Utilização de equipamento de remoção mecânica da água para reduzir o teor de água do tecido à entrada;
  - Optimização do fluxo de exaustão de ar através da estufa, mantendo automaticamente a humidade entre 0,1 e 0,15 kg de água/kg de ar seco, tendo em consideração o período de tempo necessário para atingir condições de equilíbrio;
  - Instalação de sistemas de recuperação de calor;
  - Instalação de sistemas de isolamento;
  - Assegurar uma manutenção optimizada dos queimadores nas râmulas de aquecimento directo;
- Utilizar receitas optimizadas de baixa emissão para a atmosfera. Um exemplo de classificação/selecção de receitas para acabamento é o “conceito de factor de emissão” descrito na secção 4.3.2. do BREF.

No processo de **tratamento *easy-care***, a MTD consiste em utilizar agentes de reticulação isentos de formaldeído no sector das carpetes e, na indústria têxtil, utilizar agentes de reticulação isentos ou de baixo teor de formaldeído (<0,1 % de teor de formaldeído na formulação) (consultar a secção 4.8.2 do BREF).

Na etapa de **tratamento antitraça** em geral constitui MTD:

- Adoptar medidas apropriadas para o manuseamento dos materiais, tal como se descreve na secção 4.8.4.1 do BREF;
- Assegurar que se atinge 98 % de eficiência (transferência para a fibra do agente de resistência a insectos);
- No caso de se adicionar o agente de resistência a insectos no banho de tingimento, adoptar as seguintes medidas adicionais:
  - Assegurar que se atinge um pH <4,5 no final do processo e, caso não seja possível, aplicar o agente de resistência a insectos numa etapa separada com reutilização do banho;
  - Adicionar o agente de resistência a insectos após o processo de tingimento, de modo a evitar derramamentos por excesso;
  - Seleccionar produtos auxiliares de tingimento que não exerçam acções de atraso na absorção (esgotamento) do agente de resistência a insectos durante o processo de tingimento (consultar a secção 4.8.4.1 do BREF).

Para o **tratamento antitraça do fio produzido por processo de fiação em seco** a MTD consiste em utilizar ambas ou uma das seguintes técnicas (descritas na secção 4.8.4.2 do BREF):

- Combinar o pós-tratamento ácido (de modo a aumentar a absorção da substância activa do produto antitraça) e reutilizar o banho de enxaguamento na próxima etapa de tingimento;

- Aplicar um sobretratamento com 5 % de produto (função do peso total da mistura de fibras), em máquinas de tingimento e conjugar com sistemas de reciclagem de águas residuais, de modo a minimizar as emissões da substância activa para a água.

Para o **tratamento antitraça no tingimento em rama ou na fervura do fio** a MTD consiste em:

- Utilizar sistemas de aplicação que impliquem um pequeno volume de banho, localizados no final da máquina de fervura do fio;
- Reciclar o banho utilizado após as várias partidas e utilizar processos concebidos especificamente para remover a substância activa empregue no processo. Estas técnicas podem incluir tratamentos de adsorção ou de degradação;
- Aplicar o agente antitraça directamente no pêlo da carpele (no caso de aplicação do agente antitraça durante o fabrico de carpetes) utilizando tecnologias de aplicação com espuma.

Para informações mais detalhadas deverá consultar-se a secção 4.8.4.3 do BREF.

Para o **tratamento antitraça no tingimento do fio** a MTD consiste em:

- Utilizar um processo de pós-tratamento separado, de modo a minimizar as emissões dos processos de tingimento que não são efectuados em condições óptimas para a absorção do agente antitraça;
- Utilizar máquinas de aplicação semi contínuas de baixo volume ou centrífugas modificadas;
- Reciclar o banho utilizado após as várias partidas e e utilizar processos concebidos especificamente para remover a substância activa empregue no processo. Estas técnicas podem incluir tratamentos de adsorção ou de degradação;
- aplicar directamente o agente antitraça no pêlo da carpele (no caso de aplicação do agente antitraça durante o fabrico de carpetes) utilizando tecnologias de aplicação com espuma.

Para informações mais detalhadas deverá consultar-se a secção 4.8.4.4 do BREF.

Para os **tratamentos de amaciamento** a MTD consiste em aplicar os amaciadores com cilindros compressores ou, preferencialmente, com sistemas de aplicação por spray ou de espuma, em vez de efectuar este tratamento por esgotamento directo na máquina de tingimento descontinuo (ou por esgotamento) (consultar a secção 4.8.3 do BREF).

## o Lavagem

Na etapa de **lavagem** constitui MTD:

- Substituir a lavagem/enxaguamento por transbordamento por métodos de drenagem/enchimento ou técnicas de “lavagem inteligente”, como se descreve na secção 4.9.1 do BREF;
- Reduzir o consumo de água e de energia nos processos contínuos mediante:
  - a instalação de máquinas de lavar de alta eficiência, de acordo com o princípio descrito na secção 4.9.2. do BREF;
  - a introdução de equipamento de recuperação de calor;
- Nos casos em que não é possível evitar a utilização de solventes orgânicos halogenados (por exemplo, em tecidos fortemente carregados com preparações tais como óleos de silicone, cuja remoção com água é difícil), utilizar equipamento de circuito completamente fechado. É essencial que o equipamento cumpra os requisitos descritos na secção 4.9.3 do BREF e que se tomem medidas para a destruição em circuito (por exemplo, através de processos de oxidação avançados) dos poluentes persistentes, de modo a evitar possíveis contaminações dos lençóis freáticos devido a poluição difusa e acidentada.



## o Tratamento das águas residuais

O tratamento das águas residuais segue, pelo menos, três estratégias diferentes:

- Tratamento central numa unidade biológica local de tratamento de águas residuais;
- Tratamento central numa unidade municipal de tratamento de águas residuais;
- Tratamento descentralizado no local (ou no exterior) de efluentes parciais seleccionados e separados individualmente.

Estas três estratégias constituem opções de MTD desde que devidamente aplicadas à situação vigente relativa às águas residuais. Os princípios gerais com boa aceitação para a gestão e tratamento das águas residuais incluem:

- A caracterização dos diferentes efluentes parciais provenientes do processo (consultar a secção 4.1.2 do BREF);
- A separação dos efluentes na origem em função do tipo de contaminante e da carga antes de o misturar com outros efluentes. Este procedimento assegura que a unidade de tratamento só recebe os poluentes para os quais se encontra preparada. Além disso, permite a aplicação das opções de reciclagem e reutilização do efluente;
- Aplicar os tratamentos mais apropriados a cada tipo de efluente gerado;
- Evitar a introdução de componentes de águas residuais nos sistemas de tratamento biológico onde possam causar anomalias;
- Tratar os efluentes que contêm uma fracção não-biodegradável relevante com técnicas apropriadas antes, ou em substituição, do tratamento biológico final.

De acordo com esta abordagem, as seguintes técnicas são consideradas como **MTD gerais para o tratamento de águas residuais da indústria de acabamento têxtil e de carpetes**:

- Tratamento das águas residuais num sistema de lamas activadas com uma razão de alimentação/microrganismo baixa, tal como se descreve na secção 4.10.1, com o pré-requisito de pré-tratar separadamente os efluentes gerados que contenham compostos não-biodegradáveis;
- Pré-tratamento de águas residuais altamente carregadas (CQO>5000 mg/l) e com compostos não-biodegradáveis seleccionadas e separadas individualmente através de oxidação química (por exemplo, reacção de Fenton, tal como se descreve na secção 4.10.7 do BREF). Os efluentes que se podem encontrar nestas condições são os banhos de foulardagem provenientes de tingimento e acabamento contínuo e semi contínuo, banhos de descolagem, pastas de estampagem, resíduos provenientes do revestimento posterior de carpetes, banhos dos processos de esgotamento utilizados no tingimento e no acabamento.

Certos resíduos de processo específicos, como as pastas de estampagem residuais e os banhos de foulardagem residuais, são muito fortes, pelo que, se possível, não devem ser lançados nas correntes de águas residuais. Estes resíduos devem ser eliminados apropriadamente; a oxidação térmica pode ser um método adequado devido ao seu elevado valor calorífico.

No caso específico das águas residuais com pasta de estampagem com pigmentos ou látex proveniente do revestimento posterior de carpetes, a precipitação/floculação e incineração da lama resultante constituem uma alternativa viável à oxidação química (como se descreve na secção 4.10.8 do BREF).

Para os corantes azóicos, tal como se descreve na secção 4.10.6 do BREF, pode ser eficaz na remoção da cor, o tratamento anaeróbico do banho de foulardagem e das pastas de estampagem antes do tratamento aeróbico subsequente.

Caso não possa ser efectuado o tratamento separado das águas residuais concentradas com compostos não-biodegradáveis, serão necessários tratamentos físico-químicos adicionais para atingir um desempenho global equivalente. Estes tratamentos compreendem:

- Tratamento terciário após o processo de tratamento biológico. Como exemplo pode referir-se a adsorção em carvão activado com reciclagem do carvão activado para o sistema de lamas activadas: segue-se a destruição dos compostos adsorvidos não-biodegradáveis por incineração ou por tratamento com radicais livres (ou seja, processo gerador de  $\text{OH}^*$ ,  $\text{O}_2^{*-}$ ,  $\text{CO}_2^{*-}$ ) do excesso de lama (biomassa e carvão activado gasto) (consultar o projecto 6 na secção 4.10.1 do BREF);
- Tratamentos combinados biológicos, físicos e químicos, com a adição de carvão activado pulverizado e sal de ferro ao sistema de lamas activadas, com reactivação do excesso de lama por "oxidação por via húmida" ou "peroxidação por via húmida" (caso seja utilizado peróxido de hidrogénio), tal como se descreve na secção 4.10.3 do BREF;
- Tratamento dos compostos recalcitrantes com ozono antes do sistema de lamas activadas (consultar o projecto 3 na secção 4.10.1 do BREF).

Relativamente ao **tratamento de efluentes no sector da lavagem da lã (processo à base de água)**, constitui MTD:

- Combinar a utilização de ciclos de remoção de sujidade/recuperação de gordura com tratamento do efluente por evaporação, com incineração integrada da lama resultante e reciclagem total da água e da energia para: 1) novas instalações, 2) instalações existentes sem tratamento local de efluentes e 3) instalações que pretendam substituir as estações de tratamento de efluentes antiquadas. Esta técnica encontra-se descrita na secção 4.4.2;
- Utilização do tratamento de coagulação/floculação em fábricas existentes que já utilizem a técnica em combinação com a descarga para o sistema de esgoto com tratamento aeróbico biológico.

Enquanto não se recolherem dados mais precisos sobre os custos e o desempenho do tratamento biológico, manter-se-á em aberto a questão sobre se esta técnica deve ser considerada ou não MTD.

## o Eliminação de lamas

Para lamas provenientes do **tratamento de águas residuais de efluentes da lavagem da lã**, constitui MTD:

- A utilização da lama no fabrico de tijolos (consultar 4.10.12 do BREF) ou a adopção de quaisquer outras vias de reciclagem apropriadas;

A incineração da lama com recuperação de calor, desde que se tomem medidas para o controlo das emissões de  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  e poeiras e para evitar as emissões de dioxinas e furanos, provenientes do cloro ligado a resíduos orgânicos proveniente de pesticidas que possam encontrar-se nas lamas.

---

## 8. BIBLIOGRAFIA

- (1) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil - Série P+L, 2009.
- (2) Centro Guatemalco de Produccion más Limpia (CGP+L), Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el Sector Têxtil de Guatemala, Agosto de 2008.
- (3) Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL), Prevención de la contaminación en la Industria textil en los países del Mediterráneo, Setembro de 2002.
- (4) Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (INETI), PNAPRI- Guia Técnico Sector Têxtil, Novembro de 2000.
- (5) Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference document Best Available Techniques for the Textiles Industry. Julho de 2003.
- (6) Verlag Dashöfer, "Manual Prático para a Gestão de Resíduos" , Abril de 2011.
- (7) Fernando Rodrigues da Silva; "Gestão de Resíduos Industriais [Segunda Ed.]"; Via Sapia; 2008.
- (8) Fernando Rodrigues da Silva; "Minimização da Geração de Resíduos Industriais"; Via Sapia; 2007.
- (9) "Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais", Ministério do Ambiente, Lisboa, 2001.
- (10) "Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais", Ministério do Ambiente, 2000.
- (11) Abel Pinto, "Sistemas de Gestão Ambientais", Edições Sílabo.
- (12) APCER, "Guia Interpretativo ISO 14001:2004".
- (13) IBerogestão, "ISO 14001:2004: Guia de Apoio à Implementação de Sistemas de Gestão Ambientais.
- (14) Agência Portuguesa do Ambiente, "Dossier de Prevenção de Resíduos", Amadora 2008.
- (15) Recet / Cartif – Guia de Boas Práticas de Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis;
- (16) Manual de Boas Práticas na Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis, APICER/CTCV, 2009.

### Sites consultados

- [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)
- [www.igaot.pt](http://www.igaot.pt)
- [www.netresiduos.com](http://www.netresiduos.com)

AEP - Associação Empresarial de Portugal  
Av. Dr. António Macedo  
4450-617 Leça da Palmeira  
T: +351 229 981 541  
F: +351 229 981 771  
cjbile@aeportugal.com  
www.aeportugal.pt

