

# GUIA TÉCNICO

SECTOR DAS TINTAS, VERNIZES E COLAS

**Lisboa**

**Novembro 2000**

**Elaborado por:**

**INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial**

DMTP – Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção

Estrada do Paço do Lumiar, 1649 – 038 Lisboa

Telf. 21 716 51 41/ 21 716 42 11

Fax 21 716 65 68

**Coordenação:**

Engº. José Miguel Figueiredo

e-mail: [jose.figueiredo@mail.ineti.pt](mailto:jose.figueiredo@mail.ineti.pt)

**Equipa Técnica:**

Engª. Cristina Diniz

e-mail: [cristina.diniz@mail.ineti.pt](mailto:cristina.diniz@mail.ineti.pt)

Engª. Leonor Sota

e-mail: [leonor.sota@mail.ineti.pt](mailto:leonor.sota@mail.ineti.pt)

Engº. Vitor Limpo

## **AGRADECIMENTOS**

Agradece-se a todas as pessoas, instituições e empresas que de alguma forma prestaram a sua colaboração para a elaboração deste Guia Técnico, nomeadamente às empresas fornecedoras de tecnologias e de equipamento, de reagentes e de serviços, contactadas.

Particularmente, agradece-se à Associação APFTV – Associação Portuguesa dos Fabricantes de Tintas e Vernizes, na pessoa da Dra. Manuela Cavaco, por todo o apoio, informação, colaboração e sugestões prestadas, bem como à AICCS - Associação da Indústria e Comércio de Colas e Similares.

Finalmente agradece-se a disponibilidade, o atendimento e toda a colaboração prestada pelas empresas visitadas.

## ÍNDICE GERAL

		Pág.
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO, ÂMBITO E OBJECTIVOS</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR</b> .....	<b>4</b>
2.1	ENQUADRAMENTO DO SECTOR NA INDÚSTRIA NACIONAL .....	4
2.2	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	6
2.2.1	<i>Subsector das Tintas, Vernizes e Similares</i> .....	6
2.2.2	<i>Subsector das Colas e Gelatinas</i> .....	7
2.3	ESTRUTURA DE EMPREGO .....	8
2.3.1	<i>Subsector das Tintas, Vernizes e Similares</i> .....	8
2.3.2	<i>Subsector das Colas e Gelatinas</i> .....	9
2.4	VOLUME DE NEGÓCIOS .....	9
<b>3</b>	<b>PROCESSO PRODUTIVO</b> .....	<b>11</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PROCESSOS DE FABRICO .....	11
3.1.1	<i>Pesagem / Dosagem</i> .....	14
3.1.2	<i>Mistura/Dispersão</i> .....	14
3.1.3	<i>Filtração</i> .....	15
3.1.4	<i>Controlo de qualidade e acertos finais</i> .....	16
3.1.5	<i>Enchimento / Rotulagem</i> .....	16
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO DE TINTAS , VERNIZES E SIMILARES .....	16
3.2.1	<i>Produções de Base Aquosa</i> .....	17
3.2.2	<i>Produções de Base Solvente</i> .....	17

3.2.3	<i>Tintas em Pó</i> .....	18
3.2.4	<i>Tintas de Impressão</i> .....	19
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO DE COLAS E GELATINAS .....	19
3.3.1	<i>Produções de Base Aquosa</i> .....	19
3.3.2	<i>Produções de Base Solvente</i> .....	20
3.4	CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS.....	20
3.4.1	<i>Caracterização Qualitativa e Classificação dos Resíduos Produzidos</i> .....	20
3.4.2	<i>Quantificação dos Resíduos Produzidos</i> .....	25
<b>4</b>	<b>POTENCIAL DE PREVENÇÃO DENTRO DO SECTOR</b> .....	<b>29</b>
4.1	MEDIDAS E TECNOLOGIAS DE PREVENÇÃO JÁ INSTALADAS NO SECTOR .....	30
4.2	REDUÇÃO EXPECTÁVEL NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS E TECNOLOGIAS DE PREVENÇÃO.....	31
<b>5</b>	<b>TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE POTENCIAL APLICAÇÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1	GRADAÇÃO DE CORES OU DE FORMULAÇÕES COMPATÍVEIS .....	35
5.2	LAVAGEM DE CUBAS A ALTA PRESSÃO NAS FORMULAÇÕES DE BASE AQUOSA .....	38
5.3	SUBSTITUIÇÃO DE CUBAS DE FERRO POR CUBAS DE AÇO INOX POLIDO .....	41
5.4	REUTILIZAÇÃO DO AGENTE DE LIMPEZA PARA NOVAS LIMPEZAS, APÓS DECANTAÇÃO .....	45
5.5	REGENERAÇÃO DO SOLVENTE DE LIMPEZA .....	48
5.6	INCORPORAÇÃO DO AGENTE DE LIMPEZA NO FABRICO DE PRODUTOS MENOS EXIGENTES.....	52
5.7	REUTILIZAÇÃO ÁGUA DE LAVAGEM PARA NOVAS LAVAGENS, APÓS TRATAMENTO EM ETAR..	55
5.8	OUTRAS MEDIDAS/TECNOLOGIAS.....	60
5.9	EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE DIVERSAS MEDIDAS/TECNOLOGIAS .....	62

## ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1 - Caracterização do Sector Tintas, Vernizes e Colas, por CAE.....	5
Quadro 2 - Relação entre Operações Unitárias e Efluentes Líquidos/Resíduos Gerados.....	23
Quadro 3 - Relação entre Operações Unitárias e Efluentes Líquidos/Resíduos Gerados (Cont.).....	24
Quadro 4 - Estimativa dos efluentes líquidos/resíduos gerados (ano 1998).....	27
Quadro 5 - Benefícios Decorrentes da Aplicação das Medidas/Tecnologias de Prevenção Encontradas .....	32
Quadro 6 - Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (entre batchs consecutivos) e Utilizando Sequências de Gradação de Cores. ....	36
Quadro 7 - Avaliação Económica Comparativa (\$ - Escudos e € - Euros) Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (entre batchs consecutivos) e Utilizando Sequências de Gradação de Cores, para o Exemplo Considerado. ....	37
Quadro 8 - Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e Utilizando Sistemas de Alta Pressão. ....	39
Quadro 9 - Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e Utilizando Sistemas de Pressão, de Acordo com o Exemplo Considerado. ....	40
Quadro 10 - Comparação Entre o Processo Convencional (Cubas em Ferro) e Utilizando Cubas em Aço Inox Polido. ....	42
Quadro 11 - Custos Médios de Investimento em Cubas em Aço Inox ou Aço Inox Polido. ....	42
Quadro 12 - Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional (Cubas em Ferro) e com Utilização de Cubas em Aço Inox Polido, Segundo o Exemplo Considerado. ....	43

	Pág.
Quadro 13 - Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (entre batches consecutivos, usando agente limpo sempre que se procede a uma limpeza) e com Reutilização do Agente de Limpeza para o Mesmo Fim. ....	46
Quadro 14 - Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (sem reutilização) e com Reutilização do Agente de Limpeza, Após Decantação, Relativamente ao Exemplo Considerado.....	47
Quadro 15 - Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e com Regeneração do Solvente de Limpeza por Destilação. ....	50
Quadro 16 - Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e com Regeneração do Solvente de Limpeza, por Destilação, de Acordo com o Exemplo Considerado.....	51
Quadro 17 - Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional e com Reintrodução do Solvente de Limpeza na Formulação de Produtos Menos Exigentes, Segundo o Exemplo Considerado.....	54
Quadro 18 - Comparação Entre o Processo Convencional e com Recirculação das Águas de Lavagem Após Pré-Tratamento.....	58
Quadro 19 - Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional e com Recirculação das Águas de Lavagem Após Pré-Tratamento, Relativamente ao Caso-Exemplo Apresentado. ....	58
Quadro 20 - Comparação Quantitativa Entre o Processo Convencional e o Processo Avançado por Implementação de Medidas/Tecnologias de Prevenção. ....	62
Quadro 21 - Avaliação Económica Comparativa (\$ - Escudos e € - Euros) Entre o Processo Convencional e o Processo Avançado por Implementação de Medidas/Tecnologias de Prevenção. ....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 - Distribuição Percentual Das Empresas Existentes, Por Classe Cae.....	5
Figura 2 - Distribuição Geográfica Das Empresas Do Sector.....	6
Figura 3 - Distribuição Geográfica Percentual Das Empresas De Tintas, Vernizes E Similares. ....	7
Figura 4 - Distribuição Geográfica Percentual Das Empresas De Colas E Gelatinas.....	8
Figura 5 - Distribuição Das Unidades Industriais Aderentes Aos Caa's Por Pessoal Ao Serviço. ....	9
Figura 6 - Distribuição Do Percentual Do Pessoal Ao Serviço Por Área Funcional. ....	9
Figura 7 - Distribuição Percentual Das Empresas Por Escalão De Volume De Negócios (Amostra Constituída Pelas Empresas Associadas Da Apftv). ....	10
Figura 8 – Diagrama Geral Dos Processos De Fabrico Do Sector Das Tintas, Vernizes E Colas. ....	13
Figura 9 – Diagrama Esquemático Da Aplicação Da Regeneração Do Solvente De Limpeza De Cubas, Por Destilação.....	49
Figura 10 – Aplicação Dum Filtro De Areia E Carvão Activado Ao Pré-Tratamento, Com Possibilidade De Recirculação Das Águas De Lavagem Para Novas Lavagens...	56
Figura 11 – Aplicação De Membranas De Ultrafiltração Ao Pré-Tratamento, Com Possibilidade De Recirculação Das Águas De Lavagem Para Novas Lavagens. ....	57

## 1 INTRODUÇÃO, ÂMBITO E OBJECTIVOS

O crescimento quase exponencial do tecido industrial que se tem verificado nas últimas décadas em todo o mundo, com o conseqüente aumento da poluição gerada, em particular no que concerne à quantidade e perigosidade dos resíduos produzidos, torna cada vez mais urgente a necessidade da tomada de acções, não só curativas mas, essencialmente, preventivas, como medida base da promoção do desenvolvimento sustentável na sociedade moderna.

Neste sentido, em 1997, o Conselho de Ministros toma a Resolução nº 98/97, indicando que a eficiente gestão de resíduos industriais terá necessariamente de passar pela separação dos restantes tipos de resíduos, nomeadamente os urbanos, bem como pela sua tipificação e separação em banais e perigosos, com um tratamento diferenciado e específico para cada um deles.

Em 1999, é aprovado, o *Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais* (PESGRI), através do Decreto-Lei nº 516/99 de 2 de Dezembro, que define as directrizes gerais a tomar no âmbito dos resíduos industriais produzidos no nosso país.

Na sequência da implementação do PESGRI, surge a necessidade da adopção de medidas preventivas, sobrelevando-se às curativas, como forma de redução dos resíduos industriais gerados. Estas medidas, para além dos benefícios ambientais inerentes têm, na maior parte dos casos, uma correspondência ao nível dos benefícios técnico-económicos para a empresa, dado que à maior eficiência de utilização dos fluxos, corresponde uma maior incorporação das matérias-primas e subsidiárias nos produtos finais, logo a um menor consumo e uma menor produção de resíduos.

Neste contexto, surge o *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais* (PNAPRI), essencialmente como ferramenta técnica orientadora das directrizes a tomar no âmbito da prevenção e da sua implementação, junto do tecido industrial português. Associado à elaboração do PNAPRI – objectivamente um documento direccionado para a gestão global, no aspecto preventivo, dos resíduos industriais, revela-se também a necessidade da existência de ferramentas mais específicas que detenham o potencial necessário para o pôr em prática.

Assim, são então criados os *Guias Técnicos Sectoriais*, dos quais este documento é resultado.

Direccionado para o sector *Tintas, Vernizes e Colas*, este *Guia Sectorial* tem como objectivo primordial constituir uma ferramenta técnica que possibilite aos industriais do sector,

nomeadamente às empresas de menor dimensão, com menor capacidade de acesso a informação sobre novas medidas ou tecnologias, a colmatação deste tipo de necessidades.

O *Guia Técnico Sectorial para as Tintas, Vernizes e Colas* pretende, para além duma breve caracterização do sector e dos processos de fabrico envolvidos, identificar e clarificar os resíduos e as águas residuais produzidas, apresentando uma estimativa credível das respectivas quantidades geradas no país.

É também seu objectivo reforçar a consciencialização dos industriais para as questões da prevenção da poluição e da implementação de tecnologias mais limpas, como forma de promoção da competitividade demonstrando, com credibilidade, as vantagens de natureza técnica, ambiental e económica resultantes da aplicação das tecnologias ou medidas de prevenção nos processos produtivos.

Pretende-se assim criar um guia prático, compreensível e adequado ao sector, que resuma as melhores práticas, medidas e tecnologias e que sirva de referência para todos os agentes económicos ligados ao fabrico de tintas, vernizes, colas e similares, como ponto de partida para a implementação do *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais*.

Neste sentido, são listadas as diversas medidas e tecnologias de prevenção encontradas para o sector, de acordo com uma breve descrição técnica e avaliação dos benefícios (incluindo os económicos), as quais, quando aplicadas ao nível da operação num processo produtivo, conduzam à diminuição da produção dos resíduos gerados. Esta avaliação será sempre conduzida de acordo com um caso-exemplo, hipotético, devendo ser tomada a título meramente indicativo, uma vez que os mesmos processos industriais, enquadrados em realidades empresariais distintas, podem conduzir a resultados diferentes. As opções técnicas aqui propostas devem ser pois avaliadas caso a caso.

A execução deste Guia envolveu um vasto trabalho de recolha e tratamento de informação variada, proveniente de várias fontes, com destaque para as empresas do sector, para as Associações Industriais, a Administração Pública, as bases de dados nacionais e internacionais e para diversos fornecedores de tecnologias e equipamentos.

Importa ainda salientar, ao nível das emissões de poluentes para o ambiente, que foram considerados como objectos das acções aqui propostas, não só os resíduos gerados na actividade industrial, como também as águas residuais descarregadas. Efectivamente, estando este Guia inserido no conjunto de documentos de um Plano de prevenção de resíduos, poderia admitir-se que a prevenção da poluição das águas não fosse aqui incluída. Essa não foi, no entanto, a interpretação assumida, já que os efluentes líquidos, quando tratados em ETAR, acabam por gerar lamas, que são efectivamente um resíduo. Deste modo, as tecnologias de

prevenção aplicadas à redução da carga poluente das águas residuais acabam por ter implicações na quantidade e/ou perigosidade das lamas geradas, tendo sido, por isso, consideradas neste estudo.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR

### 2.1 ENQUADRAMENTO DO SECTOR NA INDÚSTRIA NACIONAL

A indústria portuguesa de *Tintas, Vernizes e Colas* representa cerca de 0,2% do número total de empresas da indústria transformadora nacional [INE, 1997]. O contributo deste sector é de 0,8%, quer para o Valor Bruto da Produção (VBP), quer para o Valor Acrescentado Bruto (VAB), e de 0,5% para o emprego [Ministério Economia, 1996].

É um sector constituído essencialmente por pequenas e médias empresas, mas, no entanto, as 10 maiores empresas representam cerca de 63% do total de volume de negócios. Existe assim um forte controlo do mercado por um número reduzido de unidades industriais.

A produtividade do trabalho, medida pelo quociente do VAB pelo número de efectivos, é muito superior à média da indústria transformadora nacional, o que também acontece relativamente ao grau de transformação sectorial (VAB/VBP), com um valor de 33,5%.

A indústria nacional das tintas, isoladamente, gera uma facturação anual estimada em 70 milhões de contos. As vendas no mercado nacional são compostas em 79% por produtos de origem nacional e em 21% por produtos importados.

Atendendo à Classificação de Actividades Económicas (CAE), a indústria do Fabrico de *Tintas, Vernizes e Colas* pode ser dividida em dois grupos:

- ✓ Fabrico de Tintas, Vernizes e Produtos Similares, e Tintas de Impressão (Classe CAE: 24300);
- ✓ Fabrico de Colas e Gelatinas (Subclasse CAE: 24620).

O subsector das *Tintas, Vernizes e Produtos Similares*, pode ser ainda subdividido em:

- ✓ Fabrico de Tintas, Vernizes e Produtos Similares (Subclasse CAE: 24301);
- ✓ Fabrico de Tintas de Impressão (Subclasse CAE: 24302).

No Quadro 1 são apresentados os números globais para cada subsector no que diz respeito ao número total de empresas, ao número de pessoas ao serviço e ao volume de negócios, tendo por base os dados do INE relativos a 1997.

Quadro 1

Caracterização do Sector das *Tintas, Vernizes e Colas*, por Classe CAE.

CAE	24300	24620	TOTAL
Nº de empresas	156	46	202
Nº de trabalhadores	4 501	414	4 915
Volume de negócios (10 <sup>6</sup> Esc.)	81 145	10 811	91 956

Fonte: INE, 1997.

Na Figura 1 indicam-se as percentagens relativas do número de empresas de cada subclasse CAE, relativamente ao total do sector. Verifica-se claramente que a grande maioria das empresas (76%) se dedica a actividades de fabrico de tintas e vernizes. Os fabricantes de tintas de impressão têm uma expressão muito reduzida ao nível do sector, totalizando cerca de 1% das empresas.

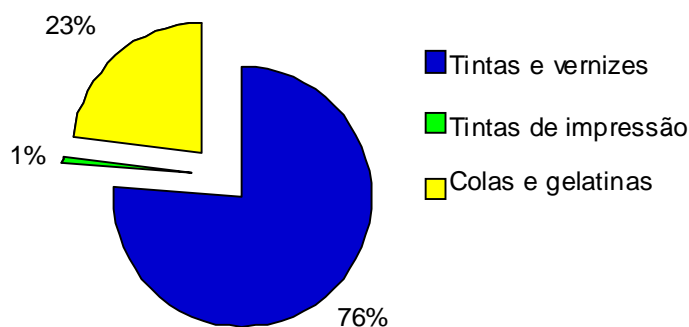


Figura 1 - Distribuição Percentual das Empresas Existentes, por Classe CAE.

Fonte: INE, 1997.

No que diz respeito aos tipos de produtos fabricados neste sector, estes podem dividir-se em dois grandes grupos: **produtos de base solvente** e **produtos de base aquosa**, consoante o tipo de base utilizado.

No caso do subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, a maior produção refere-se ao fabrico de tintas líquidas, em que cerca de 72% (na sua maioria tinta branca) é utilizada na indústria da construção civil.

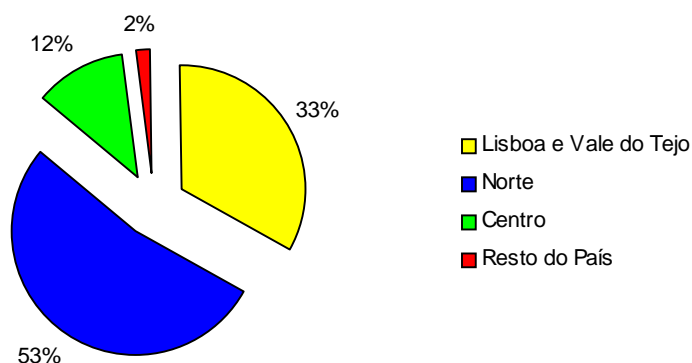
Referem-se ainda, como produtos relevantes deste subsector, as tintas em pó (de utilização crescente nos últimos anos), os produtos anti-corrosão, as tintas de impressão, os vernizes e os diluentes.

No subsector das *Colas e Gelatinas*, os principais produtos correspondem às colas denominadas *brancas* – de base aquosa, às colas de contacto e às colas termofusíveis.

## 2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

No que se refere à distribuição geográfica das empresas do sector verifica-se que, de acordo com os dados recolhidos pelo INE em 1997 (vd. Figura 2), a maioria das empresas localiza-se no Norte do País (53%), principalmente no distrito do Porto. A região de Lisboa e Vale do Tejo, em particular o distrito de Lisboa, surge como a segunda mais representativa, com 33% do total de empresas existentes.

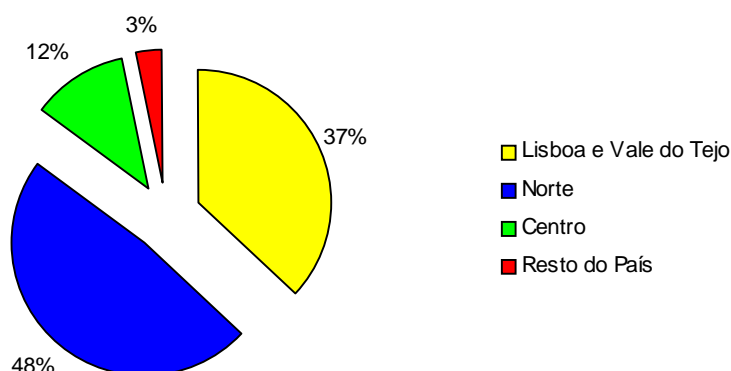
A restante distribuição percentual das empresas do sector, faz-se pela região Centro, com 12% das empresas, e pelas regiões do Alentejo e do Algarve que, em conjunto, comportam os restantes 2% do total de empresas. Não há qualquer registo de actividade nas regiões da Madeira e dos Açores.



**Figura 2 - Distribuição Geográfica das Empresas do Sector.**  
Fonte: INE, 1997.

### 2.2.1 Subsector das Tintas, Vernizes e Similares

No que se refere especificamente ao subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, e ainda de acordo com dados do INE de 1997, verifica-se que a distribuição geográfica das empresas existentes é muito semelhante à do total do sector, tal como se apresenta na Figura 3. O maior número de empresas surge nos distritos de Lisboa e do Porto, seguidos de Coimbra, de Aveiro, de Leiria e de Viseu.



**Figura 3 - Distribuição Geográfica percentual das Empresas de Tintas, Vernizes e Similares.**

Fonte: INE, 1997.

De acordo com a *Associação Portuguesa dos Fabricantes de Tintas e Vernizes (APFTV)*, através de um estudo realizado em Março de 1998, as empresas do subsector das *Tintas, Vernizes e Similares* podem ainda dividir-se em dois grandes grupos: empresas exclusivamente industriais portanto, fabricantes, e empresas exclusivamente importadoras; cuja distribuição geográfica se processa da seguinte forma:

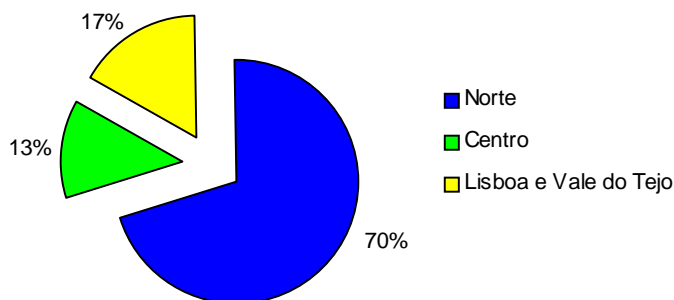
- as empresas exclusivamente industriais estão situadas, principalmente, nos distritos de Lisboa (46%) e do Porto (31%), seguidos pelos distritos de Coimbra (15%), de Leiria (15%) e de Santarém (15%);
- as empresas exclusivamente importadoras estão localizadas principalmente nos distritos de Lisboa (33%) e de Setúbal (33%) seguidos dos distritos do Porto (17%), de Aveiro (17%), de Coimbra (17%) e de Santarém (17%).

### 2.2.2 Subsector das Colas e Gelatinas

A distribuição geográfica deste subsector, segundo dados do INE para 1997, processa-se numa forma um pouco diferente do que acontece, quer para o total do sector, quer para o subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, como se pode observar na Figura 4.

Neste caso, apesar da concentração do número de empresas no Norte do País continuar a ser preponderante, a sua expressão é consideravelmente mais significativa, já que aí estão localizadas 70% das empresas existentes, mantendo-se a predominância no distrito do Porto.

Por outro lado, a região de Lisboa e Vale do Tejo, passa a ter muito menor expressão, com apenas 17% das empresas, enquanto 13% das empresas existentes estão distribuídas pelo resto do País.



**Figura 4 - Distribuição Geográfica percentual das Empresas de Colas e Gelatinas.**

Fonte: INE, 1997.

## 2.3 ESTRUTURA DE EMPREGO

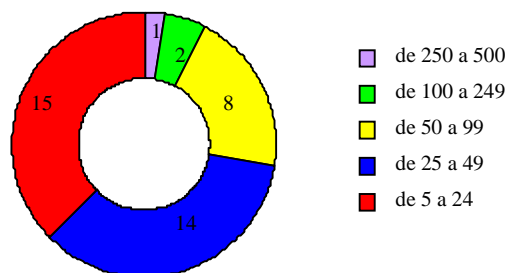
O número de efectivos que o sector emprega, de acordo com dados do INE de 1997, totaliza cerca de cinco mil trabalhadores directos, embora se pense que possa haver outros tantos indirectos (com prestações a prazo).

Em termos dos subsectores em causa, cerca de 4 600 (92%) dos efectivos são trabalhadores da Indústria de *Tintas, Vernizes e Similares* e aproximadamente 400 (8%) são efectivos da Indústria de *Colas e Gelatinas*.

### 2.3.1 Subsector das Tintas, Vernizes e Similares

De acordo com a informação prestada por 40 empresas da indústria das *Tintas, Vernizes e Similares*, aquando da realização dos Estudos de Caracterização e Planos de Adaptação (1998) no âmbito da assinatura dos *Contratos de Adaptação Ambiental (CAA)*, verifica-se que só as cinco maiores empresas empregam cerca de 34% do trabalhadores deste subsector.

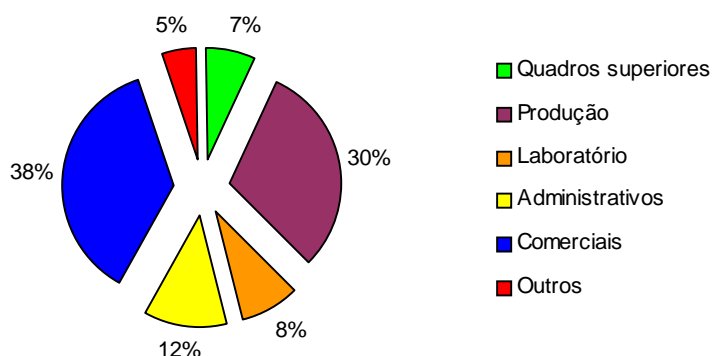
A repartição dos trabalhadores pelas empresas aderentes aos Contratos de Adaptação Ambiental era, à data, e segundo estudo realizado pela APFTV, a que se apresenta na Figura 5.



**Figura 5 - Distribuição das Unidades Industriais Aderentes ao CAA por Pessoal ao Serviço.**

Fonte: APFTV.

Em termos de distribuição do número de trabalhadores por categorias profissionais (INE, 1997), verifica-se por outro lado, que o maior número de efectivos desempenha funções nas áreas produtiva (38%) e comercial (30%). Com menor percentagem de trabalhadores vêm as áreas administrativa, laboratório e quadros superiores, como se pode observar na Figura 6.



**Figura 6 - Distribuição do Percentual do Pessoal ao Serviço por Área Funcional.**

Fonte: INE, 1997

### 2.3.2 Subsector das Colas e Gelatinas

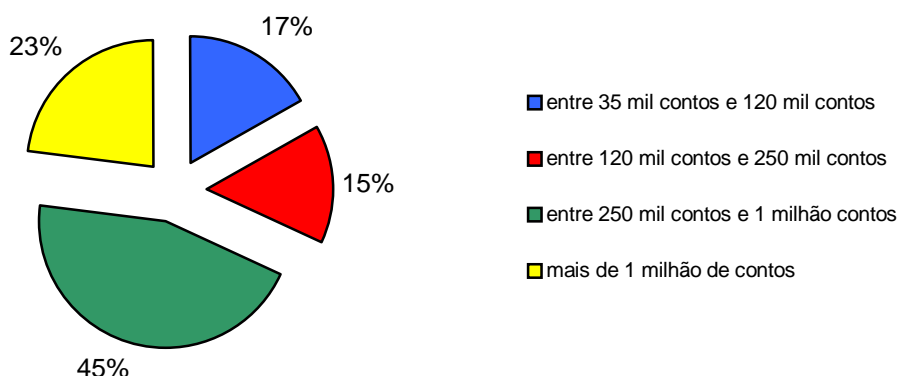
Relativamente ao subsector das *Colas e Gelatinas*, segundo os Estudos de Caracterização e Planos de Adaptação elaborados no âmbito dos *Contratos de Adaptação Ambiental*, dentre um total de 9 empresas aderentes, constata-se que as 3 maiores empresas empregam cerca de 60% da totalidade de trabalhadores ao serviço.

## 2.4 VOLUME DE NEGÓCIOS

De acordo com dados do INE de 1997, o volume de negócios do sector resulta em 88% da actividade das empresas do subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, sendo 12% da responsabilidade das *Colas e Gelatinas*.

No subsector das *Tintas, Vernizes e Similares* (APFTV), mais especificamente no que respeita ao CAE 24 301 (ou seja, exceptuando as tintas de impressão), de acordo com dados recolhidos pelo *Banco de Portugal* relativos a 1997 para uma amostra de 45 empresas, o valor de vendas e de prestação de serviços reporta a cerca de 53 milhões de contos, sendo 77% da responsabilidade das seis maiores empresas deste subsector.

De acordo com a *Associação Portuguesa dos Fabricantes de Tintas e Vernizes*, a distribuição do volume de negócios por número de empresas ocorre como se apresenta na Figura 7.



**Figura 7 - Distribuição Percentual das Empresas por Escalão de Volume de Negócios (Amostra Constituída pelas Empresas Associadas da APFTV).**

Fonte: APFTV.

Pela análise da Figura 7, verifica-se que o volume de negócios gerado pela maior parte das empresas existentes (45%) varia entre o quarto de milhão e um milhão de contos anuais, seguido das empresas que apresentam um montante superior a 1 milhão de contos anuais. Empresas com um volume de negócios reduzido (inferior a 120 mil contos anuais) representam uma incidência percentual de 17%.

### 3 PROCESSO PRODUTIVO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PROCESSOS DE FABRICO

Os processos produtivos envolvidos neste sector, para além de bastante simples são, em termos gerais, bastante semelhantes entre si, não obstante a grande variedade de produtos a que dão origem.

Basicamente, podem distinguir-se as produções em dois grandes grupos:

- Fabrico de produtos de base aquosa;
- Fabrico de produtos de base solvente;

consoante a base, água ou solvente, utilizada para “construir” todo o resto da formulação que dará origem a cada produto final.

O processo produtivo baseia-se essencialmente num conjunto de operações de mistura. Quanto maior for a complexidade das matérias primas utilizadas ou o grau de afinação exigido por cada formulação, maior será o número de operações envolvidas.

A formulação de cada produto deriva das exigências específicas de cada aplicação, nomeadamente do fim a que se destina o revestimento (coloração, resistência aos agentes atmosféricos, lavabilidade, brilho, anti-corrosão, resistência a esforços mecânicos, aderência, etc.), do método de aplicação (por imersão, com trincha/rolo, com pistola, etc) e do material constituinte do substrato (metálico, madeira, reboco, betão, etc). A satisfação destas exigências é estabelecida pelo fabricante através da escolha apropriada das matérias primas envolvidas.

Os processos de Fabrico das *Tintas, Vernizes e Colas* são tipicamente operados em regime de produção em *batch* e com um planeamento por lotes, podendo ser caracterizados através das seguintes etapas fundamentais:

- Fase 1: pesagem e/ou dosagem das cargas, resinas e outras matérias primas;
- Fase 2: mistura/dispersão das diversas matérias primas (em uma ou mais operações de diferente natureza). É a fase mais extensa de toda a linha produtiva;
- Fase 3: controlo de qualidade e acertos finais.

O diagrama geral de processo de fabrico do sector das *Tintas, Vernizes e Colas*, encontra-se representado esquematicamente na Figura 8. Saliente-se que algumas das matérias primas e resíduos indicados no diagrama são introduzidos/produzidos alternativamente, caso a produção seja de base aquosa ou de base solvente. Às produções de base aquosa respeitam as introduções de água e água de lavagem, com a conseqüente geração de efluente líquido. As introduções de solvente e solvente de limpeza, com a correspondente produção de solvente de limpeza usado e emissões de compostos voláteis, são inerentes ao fabrico de produtos de base solvente.

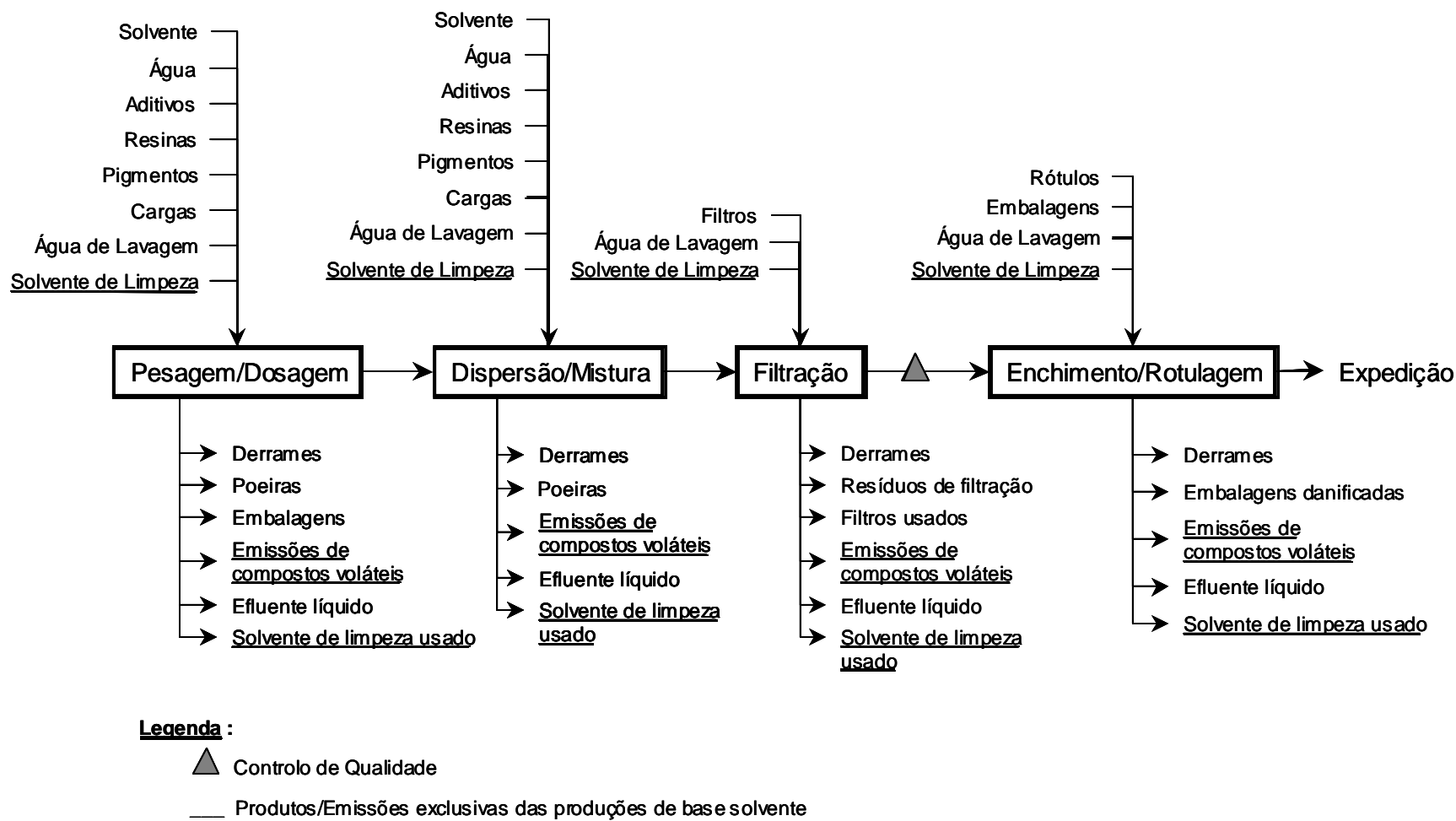


Figura 8 – Diagrama Geral dos Processos de Fabrico do sector das Tintas, Vernizes e Colas.

Em seguida descrevem-se, sumariamente, as diversas operações unitárias envolvidas na produção de *Tintas, Vernizes, Colas e Produtos Similares*. Apesar destas ocorrerem, em geral, segundo a ordem apresentada, podem existir diversas combinações, desde operações aqui descritas que não fazem parte do processo de fabrico de determinados produtos, a operações que se conjugam numa única etapa ou a operações que se processam em diversas fases, como é o caso específico da mistura. Verifica-se assim que, apesar de simples, os processos de fabrico envolvidos no sector das *Tintas, Vernizes e Colas* variam, adaptando-se aos fins específicos.

### **3.1.1 Pesagem / Dosagem**

Refere-se à pesagem (nos processos manuais) ou doseamento (nos automáticos) de matérias primas, normalmente constituídas pelo solvente (água ou solventes orgânicos, consoante o produto requerido seja de base aquosa ou de base solvente), cargas e aditivos diversos, resinas, pigmentos (no caso de produtos com cor), etc. Usualmente, estas operações são automatizadas, quando as matérias primas se encontram no estado líquido ou pastoso, e manuais para matérias primas em pó. A pesagem pode ser efectuada recorrendo a uma única ou a mais etapas.

### **3.1.2 Mistura/Dispersão**

Como já foi anteriormente referido, a mistura/dispersão pode restringir-se a apenas uma ou a um conjunto de operações, tomando por vezes designações distintas. Nas situações que envolvem a incorporação de matérias primas em pó, a primeira operação é uma dispersão ou pré-dispersão (mistura levada a cabo em cubas equipadas com turbinas dispersoras por agitação a alta velocidade) para uma primeira homogeneização e dispersão dos sólidos.

Dependendo da granulometria obtida na operação anterior, caso esta não satisfaça as especificações, procede-se a uma moagem: operação levada a cabo em moinhos horizontais ou verticais, com enchimentos de areia, de seixos ou de esferas de aço ou de vidro, etc., dependendo do tipo de matéria prima e veículo ligante utilizado. Esta operação permite obter a granulometria necessária para as partículas de pigmentos e de cargas, por forma a se maximizar a suas características em termos de cor e de opacidade. Usualmente, procede-se à operação de moagem, com adição de parte do veículo ligante do produto, do que resulta uma pasta.

Por último, procede-se a uma operação de mistura com a adição dos restantes constituintes, nomeadamente do veículo ligante utilizado, para estabilização da pasta de moagem e conclusão da formulação.

Pode haver diferenças entre processos de fabrico de produtos distintos, passando, ou não, esses processos, pela totalidade das operações atrás descritas. A título de exemplo, cita-se o caso das tintas, em que o processo de fabrico se refere normalmente ao conjunto de operações anteriormente descritas, enquanto que, no caso dos diluentes, o processo de fabrico é uma simples mistura, por vezes sem recorrência à utilização de qualquer equipamento mecânico.

As cubas utilizadas são, na sua maioria, em aço inox, polido ou não, ou folheadas a aço inox, principalmente no fabrico de produtos de base aquosa, embora as cubas de ferro ainda sejam bastante utilizadas, principalmente nas unidades industriais mais antigas.

No subsector das *Tintas e Vernizes* o fabrico pode ser ainda efectuado em cubas fechadas ou abertas, dependendo do grau de automatização de cada unidade industrial, embora o mais comum seja a utilização de cubas fechadas nas formulações de base aquosa e cubas abertas ou semi-fechadas em formulações de base solvente. Tal deve-se fundamentalmente ao facto das formulações de base aquosa envolverem, na sua maioria, grandes quantidades de produção de características similares (como sejam as tintas brancas), estando a grande parte destes sistemas já quase totalmente automatizados. Pelo contrário, as formulações de base solvente respeitam a produções de menor quantidade por lote, pelo que os sistemas envolvidos estão, ainda, pouco automatizados.

No subsector das *Colas e Gelatinas*, a mistura faz-se, em geral, em cubas abertas nas formulações de base aquosa e em fechadas nas formulações de base solvente.

### **3.1.3 Filtração**

Esta operação tem como principal objectivo remover qualquer impureza que permaneça no produto e/ou reter as matérias primas que não ficaram suficientemente dispersas e homogeneizadas e que possam alterar a qualidade do produto final. Os filtros mais utilizados são de *nylon* ou metálicos, laváveis e reutilizáveis.

### 3.1.4 Controlo de qualidade e acertos finais

Esta operação é essencial para a garantia da qualidade do produto final, podendo ser levada a cabo apenas no final do processo e/ou intermediamente em curso de produção. Faz-se a partir de um processo de amostragem, por lote, e análise laboratorial. Tem como objectivo a verificação das características chave do produto, de forma a proceder-se aos acertos finais e às afinações, sempre que necessário. É também esta etapa que permite detectar anomalias de formulação que podem conduzir à rejeição de todo o lote. Nestes casos, o lote rejeitado poderá ser reintroduzido, como matéria prima, no fabrico de formulações compatíveis.

### 3.1.5 Enchimento / Rotulagem

Esta operação representa a etapa final antes da expedição, consistindo no enchimento da embalagem com o produto a comercializar. É usualmente uma operação automatizada, podendo ou não incluir a operação de rotulagem.

Salienta-se ainda o facto destes processos produtivos poderem permitir, em condições controladas, a reintrodução total ou, pelo menos, parcial, de produtos obsoletos e os resultados de erros de formulação e de não conformidades produtivas. Os produtos obsoletos provêm das devoluções ao fabricante (por razões diversas). São normalmente sujeitos a análise laboratorial acurada e reintroduzidos, de forma faseada e sempre que possível, no fabrico de formulações compatíveis.

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO DE TINTAS , VERNIZES E SIMILARES

Apesar da uniformidade dos processos produtivos de todo o sector, o subsector das *Tintas, Vernizes e Similares* apresenta algumas particularidades que não são tão evidentes no fabrico das *Colas e Gelatinas*.

Uma das características mais marcantes deste subsector é a grande utilização de pigmentos (de reduzida expressão no caso das *Colas*), quer com o objectivo de conferir cor ao produto final, quer para garantir algumas exigências funcionais, como por exemplo propriedades anti-corrosão. O pigmento mais utilizado é o dióxido de titânio, que confere cor branca à formulação, sendo esta uma das matérias primas estratégicas desta indústria.

Outra das características, é a programação por lotes, factor essencial na optimização do processo produtivo, dada a grande diversidade de produtos que origina.

### 3.2.1 Produções de Base Aquosa

As produções de base aquosa caracterizam-se por utilizarem água como solvente, sendo especialmente utilizadas em acabamentos na indústria da construção civil (a maior produção diz respeito às tintas brancas, lisas ou texturadas). Em muitos casos, a produção de tinta branca serve de base às produções de cor, sendo a cor atribuída como afinação à base branca, previamente formulada. Esta situação tem expressão significativa no caso do fabrico dos produtos designados comercialmente por "brancos natureza".

O processo de fabrico de tintas de base aquosa começa usualmente pela pesagem ou doseamento de água, de espessantes e de aditivos, sendo estes sujeitos a uma pré-dispersão até se obter um meio com viscosidade e reologia adequadas, para a operação de dispersão dos pigmentos e das cargas sólidas.

Em seguida, são adicionados os pigmentos e outras matérias primas sólidas e procede-se à operação de dispersão até se atingir a granulometria adequada. A pasta é transferida para um tanque para se proceder ao seu acabamento. Aqui, sob agitação, são adicionadas as restantes matérias primas líquidas necessárias à finalização do produto (resinas, aditivos, etc).

Finalizada a fase de mistura, o produto é filtrado e embalado, passando pelo controlo de qualidade final para verificação de conformidade.

### 3.2.2 Produções de Base Solvente

As produções de base solvente ocorrem ainda, maioritariamente, em sistemas de produção abertos ou semi-abertos apesar das operações de doseamento já serem automáticas (fechadas) na sua quase totalidade, nomeadamente no que concerne às matérias primas líquidas ou semi-sólidas (pastosas).

Nos produtos de base solvente, o processo de fabrico das tintas é o mais complexo, distinguindo-se dos restantes por ser necessário proceder a um maior número de operações. A título de exemplo pode referir-se o caso dos vernizes e dos diluentes, cujo processo produtivo requer geralmente apenas uma operação de mistura.

A produção de tintas de base solvente começa pela mistura, num dispersor, das resinas com o solvente. Após uma primeira homogeneização, são adicionadas outras matérias primas, na sua maioria sólidas (como p. ex. pigmentos, cargas e aditivos vários), procedendo-se então à pré-mistura, operação de dispersão de pigmentos e de cargas.

No seguimento desta operação, caso não se tenha obtido a granulometria pretendida, o *batch* é transferido para um moinho de forma a que as partículas sólidas atinjam a granulometria pretendida e se obtenha uma distribuição uniforme. O tipo de moinho utilizado depende do tipo de pigmentos manuseados. Processa-se então nova adição de matérias primas líquidas, para estabilização da pasta de moagem e acabamento da formulação, seguindo-se o controlo de qualidade e, por fim, a operação de filtração e enchimento das embalagens.

### 3.2.3 Tintas em Pó

O processo de fabrico de tintas em pó gera menor quantidade de resíduos do que os processos de fabrico das tintas “tradicionais”. A utilização de tintas em pó gera também menores quantidades de resíduos, com a vantagem de ser possível a reutilização/recuperação das perdas resultantes da aplicação.

Podem ser utilizadas como revestimento numa variada gama de produtos, nomeadamente a nível industrial, pelo que têm vindo a apresentar grande desenvolvimento e expansão de mercado, nos últimos anos.

Apesar de existirem outros produtos em pó, como por exemplo os vernizes, as tintas são claramente aqueles que apresentam maior expressão, tanto em termos de fabrico, como de mercado.

As matérias primas utilizadas no fabrico de tintas em pó são, entre outras, as resinas, as cargas, os pigmentos e os aditivos diversos, constituindo as resinas, a fracção mais importante das matérias primas utilizadas.

O processo de fabrico dos produtos em pó inicia-se com a pesagem/doseamento das matérias primas para um misturador de sólidos, onde ocorre a primeira homogeneização. A formulação é então submetida a um processo de extrusão (a quente), formando-se uma pasta. Esta passa por um sistema de rolos que promove a sua transformação numa película com cerca de 1-2 mm de espessura. Em seguida é conduzida por uma tela transportadora refrigerada (para arrefecimento da pasta) até uma trituradora, que promove o corte da película em pequenas porções. A trituração é secundada por uma operação de micronização onde se obtém um pó muito fino, que constitui o produto final.

Antes da embalagem, o produto é sujeito a uma operação de crivagem para que se garanta a uniformidade das partículas do pó produzido. O rejeitado desta operação é reintroduzido na operação de micronização.

### 3.2.4 Tintas de Impressão

O fabrico de tintas de impressão é um caso bastante particular deste subsector, dado que as quantidades de produto por cada lote de produção são muito reduzidas. Por outro lado, o facto de algumas unidades fabris pertencerem a empresas multinacionais, faz com que, por vezes, o processo não se refira a um processo de fabrico propriamente dito, mas antes a um processo de afinação de cores. Nestes casos, as bases (para o fabrico da tinta) são normalmente recebidas da empresa-mãe sediadas no exterior do País.

Assim, apesar das operações envolvidas no processo de fabrico poderem ser exactamente as mesmas das envolvidas nas restantes unidades do sector, há casos, nomeadamente no fabrico de lotes inferiores a 25 l, onde nem se recorre à utilização de cubas, decorrendo a operação de mistura dentro da própria embalagem para posterior expedição.

## 3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO DE COLAS E GELATINAS

Apesar das operações envolvidas na produção de *Colas e Gelatinas* serem muito semelhantes às que têm lugar no subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, é habitual a fase de mistura ocorrer numa única operação.

### 3.3.1 Produções de Base Aquosa

As matérias primas usualmente utilizadas no fabrico de colas são as cargas (componentes sólidos), as resinas e os aditivos diversos. As cargas são na sua maior parte constituídas por carbonatos e sulfatos de cálcio e os aditivos incluem plastificantes, bactericidas e fungicidas, coalescentes, solventes entre outros.

O processo de fabrico de colas de base aquosa consiste num processo *batch* de mistura, de resinas em dispersão aquosa com solventes, cargas e outros aditivos, à temperatura ambiente e, geralmente, durante algumas horas. É comum as resinas serem doseadas directamente a partir da zona de armazenamento, enquanto que as restantes matérias-primas podem necessitar de uma preparação prévia antes de serem introduzidas na mistura.

Por fim, as colas são sujeitas a um controlo de qualidade antes do enchimento das embalagens, que pode ser feito directamente a partir do misturador, ou então dos depósitos onde é armazenado o produto final.

### 3.3.2 Produções de Base Solvente

As principais matérias primas utilizadas no fabrico de colas de base solvente são os solventes orgânicos (tolueno, hexano, acetato de etilo, entre outros), as cargas sólidas ou semi-sólidas (resinas, borrachas sintéticas) e os aditivos, que incluem geralmente óxidos metálicos e silicatos, entre outros.

O processo de fabrico é igualmente, um processo de mistura, iniciando-se por uma fase denominada de pré-reacção que consiste na adição das cargas sólidas (ou semi-sólidas) aos solventes no reactor de mistura. Após um processo de agitação mecânica procede-se a uma segunda adição de solventes, de cargas sólidas e de aditivos, para afinação. Este processo origina um aumento de temperatura durante a fase de reacção, razão pela qual se utilizam reactores. Por fim, o produto é sujeito a controlo de qualidade, terminando com a embalagem e seguindo para expedição.

## 3.4 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS

### 3.4.1 Caracterização Qualitativa e Classificação dos Resíduos Produzidos

Dadas as características dos processos produtivos envolvidos, este sector apresenta uma fraca produção de resíduos decorrentes directamente do processo de fabrico, em geral resultantes de derrames acidentais e das operações de filtração. Assim, verifica-se que a maior quantidade de resíduos se encontra associada às embalagens das matérias primas e aos produtos utilizados na limpeza do equipamento.

Em termos gerais, podem classificar-se os efluentes líquidos e os resíduos produzidos como:

- ↳ Resíduos resultantes da limpeza de equipamento – representam, sem dúvida, a maior produção. São resíduos líquidos resultantes da limpeza de equipamento entre formulações diferentes, podendo subdividir-se em dois tipos distintos:
  - a) *Provenientes da limpeza de equipamento de produções de base solvente* - são constituídos por solventes usados, usualmente toluol ou xilol, tendo portanto características de perigosidade. São resíduos produzidos em quantidades consideráveis, de fácil reaproveitamento ou reciclagem e têm como destino final mais comum a destilação nas próprias instalações fabris ou em empresa especializada para o efeito;
  - b) *Originados na lavagem de equipamento de produções de base aquosa* - são os efluentes líquidos resultantes da lavagem do equipamento. São produzidos em grande quantidade, de características não-perigosas e,

normalmente, não são reutilizados, embora apresentem boas potencialidades de recuperação/recirculação. Detêm como destino final mais habitual a condução a ETAR;

- ↳ Resíduos de embalagem – são resíduos produzidos em quantidades significativas e resultam, na sua maioria, das embalagens das matérias primas. Algumas (ainda em quantidades muito reduzidas) são originárias da própria unidade fabril que procede à retoma das embalagens dos consumidores. Embora se saiba que muitas destas embalagens se encontram contaminadas, podendo deter, conseqüentemente, algum carácter de perigosidade, não há um esforço generalizado para que se proceda à distinção entre embalagens ditas “limpas” e contaminadas, pelo que o destino final mais comum continua a ser o mesmo. Assim, o papel, o cartão e o plástico (não contaminado) são normalmente canalizados para empresas de reciclagem ou para o ecocentro municipal mais próximo, enquanto que as embalagens metálicas (na sua maioria contaminadas) são canalizadas para empresas de reciclagem ou para o tradicional sucateiro;
- ↳ Lamas – a maior parte da produção de lamas resulta da existência de tratamentos de fim-de-linha, em unidades de destilação ou em ETAR's. Alguns tipos de lamas são passíveis de reutilização (nomeadamente no caso das lamas de destilação), dependendo directamente dos produtos e dos respectivos processos de fabrico associados;
- ↳ Outros – de variada natureza, referem-se a todos os outros resíduos do sector não anteriormente citados e, normalmente, não apresentam características de perigosidade, tais como: resíduos do fabrico de tintas em pó, produtos e/ou matérias primas obsoletos não reaproveitáveis, resíduos da filtração não reaproveitáveis, etc.

No Quadro 2, identificam-se os resíduos produzidos nos processos de fabrico das *Tintas, Vernizes e Colas*, sendo estes classificados segundo o código CER (*Catálogo Europeu de Resíduos* – Portaria nº 818/97 de 5 de Setembro) e correlacionados com a operação que os gera.

É ainda de referir que os únicos resíduos classificados no código CER como *Perigosos* são resultantes das produções de base solvente, sejam solventes de limpeza usados (tanto halogenados como não-halogenados), sejam as lamas resultantes da sua destilação.

Note-se que o Quadro 2 é apresentado em termos genéricos, ou seja, nem todos os resíduos indicados são produzidos obrigatoriamente pela operação respectiva, dependendo por exemplo, do grau de automatização do processo. Por outro lado, alguns resíduos indicados para cada operação podem ser produzidos alternativamente, como é o caso das produções base solvente vs produções de base aquosa. Note-se também que, para além das operações do processo de fabrico, são indicadas operações indirectamente associadas, como sejam os tratamentos de fim-de-linha ou a lubrificação de máquinas e de equipamentos.

**Quadro 2**  
**Classificação dos Resíduos e sua Correlação com as Operações Unitárias que os Geram.**

OPERAÇÃO	EFLUENTES LÍQUIDOS/ RESÍDUOS	CÓDIGO CER*	
Armazenamento	Derrames	08 01 99 08 03 99 08 04 99	
	Matérias primas/produtos fora do prazo	08 01 04 08 01 05 08 01 99 08 03 04 08 03 99 08 04 04 08 04 99	
	Fitas plásticas e metálicas	20 01 04 20 01 06	
	Plásticos	15 01 02	
	Paletes de madeira	15 01 03	
	Lamas resultantes do armazenamento de solvente de limpeza usado	08 01 06 08 01 07 08 03 05 08 03 06 08 04 05 08 04 06	
	Lamas resultantes do armazenamento de resíduos líquidos aquosos de lavagem	08 01 08 08 03 07 08 04 07	
	Pesagem/ Dosagem	Derrames	08 01 99 08 03 99 08 04 99
		Embalagens de papel	15 01 01
		Embalagens de plástico	15 01 02
Embalagens de metal		15 01 04	
Poeiras da pesagem de matérias primas em pó		08 01 99	
Resíduos líquidos aquosos de lavagem		08 01 03 08 03 03 08 04 03	
Solvente de limpeza usado		08 01 01 08 01 02 08 03 01 08 03 02 08 04 01 08 04 02	
Dispersão/Mistura	Derrames	08 01 99 08 03 99 08 04 99	
	Resíduos líquidos aquosos de lavagem	08 01 03 08 03 03 08 04 03	
	Solvente de limpeza usado	08 01 01 08 01 02 08 03 01 08 03 02 08 04 01 08 04 02	
	Poeiras do fabrico de tintas em pó	08 01 04	
	Poeiras da introdução de matérias primas em pó	08 01 99	

\* Portaria nº 819/97, de 5 de Setembro.

## Quadro 2 (Cont.)

## Classificação dos Resíduos e sua Correlação com as Operações Unitárias que os Geram.

OPERAÇÃO	EFLUENTES LÍQUIDOS/ RESÍDUOS	CÓDIGO CER*
Filtração	Derrames	08 01 99 08 03 99 08 04 99
	Resíduos da filtração	08 01 06 08 01 07 08 01 08 08 03 05 08 03 06 08 03 07 08 04 05 08 04 06 08 04 07
	Filtros/Sacos filtrantes	08 01 99 08 03 99 08 04 99
	Resíduos líquidos aquosos de lavagem	08 01 03 08 03 03 08 04 03
	Solvente de limpeza sujo	08 01 01 08 01 02 08 03 01 08 03 02 08 04 01 08 04 02
	Enchimento / Rotulagem	Derrames
Embalagens danificadas		15 01 04
Resíduos líquidos aquosos de lavagem		08 01 03 08 03 03 08 04 03
Solvente de limpeza usado		08 01 01 08 01 02 08 03 01 08 03 02 08 04 01 08 04 02
Recuperação de solventes	Lamas de destilação	08 01 06 08 01 07 08 03 05 08 03 06 08 04 05 08 04 06
ETAR	Lamas	19 08 04
	Carvão activado usado	19 08 99
	Areia usada	19 08 99
Lubrificação de equipamento	Óleos usado	13 02 01 13 02 02

\* Portaria nº 819/97, de 5 de Setembro.

### 3.4.2 Quantificação dos Resíduos Produzidos

Com vista à caracterização quantitativa dos resíduos produzidos no sector *Tintas, Vernizes e Colas*, foram consideradas as seguintes fontes:

- ✓ Estudos de Caracterização e Planos de Adaptação Ambiental elaborados no âmbito dos *Contratos de Adaptação Ambiental (CAA)* para o sector em causa;
- ✓ Associações industriais do sector: APFTV (*Associação Portuguesa dos Fabricantes de Tintas e Vernizes*) e AICCS (*Associação da Indústria e Comércio de Colas e Similares*);
- ✓ *Mapas de Registo de Resíduos Industriais* (1997 e 1998);
- ✓ Questionários enviados a empresas associadas das Associações anteriormente referidas;
- ✓ Visitas a diversas empresas.

É de salientar que, tanto os *Mapas de Registo de Resíduos Industriais*, como a percentagem de respostas obtidas aos questionários são de expressão muito reduzida face ao número de empresas existentes.

Para a caracterização das quantidades de resíduos produzidos, tomou-se como amostra o conjunto de empresas que assinaram Contrato de Adaptação Ambiental, as empresas que responderam aos questionários enviados e as que declararam *Mapas de Registo de Resíduos Industriais*, totalizando 51 empresas (40 de Tintas, Vernizes e Similares, 2 de Tintas de Impressão e 9 de Colas e Gelatinas).

Em termos de dimensão da amostra considerada, verifica-se que se encontram representadas cerca de 30% de empresas de *Tintas, Vernizes e Similares* (incluindo as tintas de impressão), que traduzem 50% dos trabalhadores ao serviço e cerca de 20% de empresas de *Colas e Gelatinas*, que englobam 60% dos trabalhadores ao serviço.

Apesar da amostra ser relativamente reduzida no que se refere ao número de empresas consideradas, o mesmo não acontece em termos de dimensão, na medida em que, as empresas de maior representatividade para o sector encontram-se aí incluídas.

Com base nesta amostra, procedeu-se então à extrapolação da quantidade de resíduos produzidos para o total de empresas do sector (a partir do número de trabalhadores directos<sup>1</sup> ao serviço, por escalão de dimensão de número de trabalhadores), tendo em atenção os seguintes pressupostos:

- a) Uniformidade na produção de resíduos em processos semelhantes;
- b) Existência de uma relação directa entre o número de trabalhadores e a produção de resíduos de determinada unidade ou grupo de unidades industriais do mesmo tipo.

De qualquer forma, apesar de se considerar a amostra como suficientemente representativa, o erro associado ao cálculo de extrapolação pode ser elevado, já que se nota uma grande discrepância na descrição dos diversos resíduos na origem. Por outro lado, pensa-se que existe uma certa percentagem de resíduos que nem sequer é descrita ou registada, como tal não foram considerados na extrapolação - o que não significa que não sejam produzidos. Assim esta será, conseqüentemente, uma análise por defeito, mas que contudo permitirá uma boa indicação da totalidade de resíduos produzidos no sector em questão.

Foram então identificados e quantificados todos os resíduos declarados. Estes resultados encontram-se expressos no Quadro 3 de acordo com a sua classificação e respectivo código CER, estando hierarquizados segundo a sua perigosidade e quantidade anual produzida.

---

<sup>1</sup> Consideram-se como trabalhadores indirectos todos aqueles que se encontram ao serviço em termos temporários e que, portanto, não são contabilizados estatisticamente.

**Quadro 3**

**Estimativa das Quantidades de Resíduos Gerados (ano 1998).**

Resíduos Produzidos (de acordo com a classificação CER)	Código CER	Perigosidade	Quantidade Produzida (t/ano)	
<b>Subsector Tintas, Vernizes e Similares, Incluindo Tintas de Impressão:</b>				
Resíduos de tintas e vernizes sem solventes halogenados	08 01 02	Perigoso	1 737	
Lamas da remoção de tintas e vernizes sem solventes halogenados	08 01 07		249	
Resíduos de tintas de impressão sem solventes halogenados	08 03 02		7	
Resíduos de tintas e vernizes contendo solventes halogenados	08 01 01		<1	
Lamas do tratamento de águas residuais industriais	19 08 04	Não-perigoso	839	
Resíduos de tintas e vernizes de base aquosa	08 01 03		186	
Resíduos da remoção de tintas e vernizes (excepto 080105 e 080106)	08 01 09		116	
Tintas em pó	08 01 04		30	
Resíduos líquidos aquosos contendo tintas de impressão	08 03 08		27	
Lamas aquosas contendo tintas e vernizes	08 01 08		11	
Tintas e vernizes endurecidos	08 01 05		3	
Tintas secas	08 03 04		1	
<b>Sub-Total</b>				<b>3 207</b>
<b>Subsector Colas:</b>				
Resíduos de adesivos e vedantes sem solventes halogenados	08 04 02	Perigoso	42	
Resíduos de adesivos e vedantes contendo solventes halogenados	08 04 01		<1	
Resíduos líquidos aquosos contendo adesivos e vedantes	08 04 08	Não-perigoso	194	
Lamas do tratamento de águas residuais industriais	19 08 04		167	
Adesivos e vedantes endurecidos	08 04 04		77	
Resíduos de adesivos e vedantes de base aquosa	08 04 03		35	
Lamas aquosas contendo adesivos e vedantes	08 04 07		18	
<b>Sub-Total</b>			<b>534</b>	
<b>Total do Sector:</b>				
Outros resíduos não especificados	08 01 99	Não-perigoso	21 483	
	08 03 99			
	08 04 99			
Embalagens e produtos de embalagem <sup>2</sup>	<sup>2</sup>	Não-perigoso <sup>3</sup>	4 718	
<b>Total do Sector</b>			<b>29 940</b>	

<sup>2</sup> Embalagens de papel (CER 15 01 01), embalagens de plástico e plásticos (CER 15 01 02), embalagens metálicas (CER 15 01 04), paletes de madeira (CER 15 01 03), fitas metálicas (CER 20 01 06) e fitas plásticas (CER 20 01 04).

<sup>3</sup> Algumas das embalagens encontram-se contaminadas, podendo mesmo deter algum carácter de perigosidade, no entanto, na Portaria nº 819/97, de 5 de Setembro, não é efectuada essa distinção.

Estima-se então que, de entre os resíduos catalogados no CER como *Perigosos*, e para o subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, os resíduos de tintas e vernizes sem solventes halogenados são os produzidos em maior quantidade, contabilizando-se em cerca de 1 740 toneladas anuais. Seguem-se as lamas da remoção de tintas e vernizes sem solventes halogenados, com uma produção aproximada de 250 t/ano.

Para o subsector das *Colas e Gelatinas*, os resíduos da mesma natureza (adesivos e vedantes sem solventes halogenados) apresentam uma produção de 42 t/ano.

O total de resíduos perigosos produzidos é cerca de 2 040 toneladas por ano.

Note-se que o facto de muitas das empresas já possuírem equipamentos de destilação de solventes, faz com que a produção deste tipo de resíduos seja bastante inferior ao que seria de supor inicialmente, dando por sua vez lugar à produção de lamas de destilação.

No que se refere à produção de resíduos *Não-perigosos*, verifica-se que a maior produção corresponde aos resíduos declarados pelas empresas nos *Mapas de Registo de Resíduos Industriais* como “outros resíduos não especificados”, com um total de 21 483 t/ano. Seguem-se as embalagens e os produtos de embalagem, com um total de 4 718 t/ano. As lamas de ETAR aparecem em terceiro lugar, com um total de aproximadamente 840 t/ano, no caso do subsector das Tintas, Vernizes e Similares e de 167 t/ano no caso do subsector das Colas e Gelatinas.

## 4 POTENCIAL DE PREVENÇÃO DENTRO DO SECTOR

Os processos de fabrico de *Tintas, Vernizes e Colas* são, basicamente, processos de mistura, pelo que não existem muitas tecnologias de prevenção que se possam aplicar. Quando existem, verifica-se que não são mais do que tratamentos de fim-de-linha possibilitando, por um lado, recirculações dentro do próprio processo de fabrico e, por outro, permitem a reintrodução dos subprodutos aí formados (dependendo do tipo de produtos associados).

Contudo, dado que a aplicação destas medidas/tecnologias se traduzem na prática por reduções significativas no consumo de matérias primas, muitas já se encontram bastante difundidas no sector, nomeadamente: a compra de matérias primas pulverulentas pré-pesadas, a utilização de cubas em aço inox polido ou folheadas a aço inox e de filtros reutilizáveis, a automatização dos sistemas de produção, a alimentação de matérias primas em circuito fechado, as lavagens a alta pressão, a gradação de cores (sequências de claro para escuro no caso de produções de cor) ou de produtos mais exigentes para menos exigentes (principalmente no caso das colas); de forma a reduzir o número de lavagens/limpezas de todo o equipamento.

No caso da produção de *tintas, vernizes e similares de base aquosa*, verifica-se que muitos dos processos de fabrico, nomeadamente no caso da produção de tintas brancas, já funcionam com sistemas automatizados, sendo já significativa a implementação de cubas em aço inox polido e de sistemas de lavagem a alta pressão nas empresas deste subsector.

No fabrico de *Tintas, Vernizes e Similares* de base solvente verifica-se que, apesar da grande maioria dos processos de mistura ainda funcionarem em sistema aberto ou semi-aberto (com utilização de tampas metálicas ou coberturas plásticas), quase todas as unidades efectuem regeneração do solvente de limpeza (na sua grande maioria com equipamento próprio, apesar de algumas o mandarem regenerar em empresas especializadas), possibilitando assim a sua reutilização. Por outro lado, algumas indústrias procedem à reincorporação, quer do solvente de limpeza quer, por vezes, das lamas de destilação, no processo de fabrico de produtos menos exigentes e cujas especificações o permitem, como é o caso, por exemplo, dos primários ou dos betumes.

O fabrico de Tintas de Impressão é um caso bastante particular dentro do subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*, dada a produção ser efectuada por lotes de volume reduzido. Deste modo, as operações de mistura são efectuadas, em geral, na própria embalagem do produto, reduzindo assim, ao mínimo, a produção de resíduos decorrentes directamente do processo de fabrico (dado não haver necessidade de lavagem ou limpeza de equipamento).

No subsector das *Colas e Gelatinas*, verifica-se que os processos de fabrico utilizados são bastante mais “limpos”, quando comparados com os que ocorrem no subsector das *Tintas, Vernizes e Similares*. Na realidade, no subsector das *Colas e Gelatinas* a quantidade de resíduos decorrentes directamente do fabrico tem muito menor expressão, dado haver maior compatibilidade entre as formulações dos produtos fabricados, bem como (nalguns casos) menor grau de exigência, o que permite uma maior reincorporação nas formulações seguintes, quer do solvente de limpeza, quer das águas de lavagem.

#### 4.1 MEDIDAS E TECNOLOGIAS DE PREVENÇÃO JÁ INSTALADAS NO SECTOR

Verifica-se que 73% das empresas produtoras de Tintas e Vernizes procedem à reutilização do solvente de limpeza usado, quer directamente por reintrodução no processo de fabrico de produtos menos exigentes (20%), quer indirectamente, recorrendo primeiro à destilação para purificação do solvente, que é novamente utilizado na limpeza de cubas e equipamento (53%). Neste último caso, 31% das empresas procede à reincorporação das lamas resultantes da destilação no fabrico de produtos menos exigentes (como é o caso dos betumes e dos primários, por exemplo).

Cerca de 75% das empresas produtoras de colas de base solvente, usualmente, não recorrem à destilação, sendo o solvente de limpeza introduzido na formulação do fabrico seguinte. Cerca de 13%, reutilizam directamente o solvente em nova limpeza de equipamento (após decantação), até que o nível de contaminação presente seja demasiado elevado para uma limpeza eficaz.

Nas produções de base aquosa constata-se que o aproveitamento da água de lavagem não é tão elevado como o do solvente de limpeza (no caso das produções de base solvente). Este facto pode resultar, em parte, da água ainda não ser um factor de produção com expressão significativa nos custos, dado que a grande maioria das unidades fabris têm captações de água próprias. Contudo, existem já alguns casos em que as unidades procedem à recirculação das águas de lavagem de cubas, após tratamento.

Verifica-se que cerca de 22% das empresas do subsector das *Tintas, Vernizes e Similares* já têm incorporados sistemas para a recirculação das águas de lavagem (das cubas, após tratamento), enquanto que no caso do subsector das *Colas e Gelatinas* a percentagem das empresas se situa ao nível dos 30%.

Os argumentos mais utilizados para a não aplicação da recirculação das águas de lavagem após tratamento, estão relacionados com as exigências acrescidas na afinação dos tratamentos e, conseqüentemente, com o aumento dos custos associados, quer para redução total da cor (no caso de processos que a utilizam) quer para despiste dos microrganismos existentes. No entanto, o factor mais preponderante neste tipo de decisão, é a desconfiança, por parte das empresas, que mesmo um tratamento bastante afinado não permita a eliminação completa dos microrganismos presentes, podendo comprometer assim a qualidade final do produto.

Uma análise global permite concluir que, o sector das *Tintas, Vernizes e Colas* apresenta um potencial de prevenção relativamente reduzido, não só porque os processos de fabrico dão origem a grandes produções de resíduos, mas também, porque existe já uma forte difusão no sector, dada a vantagem clara que estas introduzem sob o ponto de vista económico, nomeadamente no que respeita à poupança de matérias primas. Não obstante, note-se que existem ainda várias lacunas na aplicação deste tipo de medidas, principalmente no caso das empresas de menor dimensão.

#### **4.2 REDUÇÃO EXPECTÁVEL NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS E TECNOLOGIAS DE PREVENÇÃO**

Para esta análise adoptou-se como base o conjunto de empresas que aderiram aos *Contratos de Adaptação Ambiental* e os valores que a seguir se apresentam referem-se ao total do sector (de acordo com INE, 1997): 156 empresas *Tintas, Vernizes e Similares* e 46 empresas de *Colas e Gelatinas*.

As medidas/tecnologias consideradas foram as seguintes:

1. Gradação de cores e/ou de formulações compatíveis;
2. Lavagem de cubas a alta pressão, nas formulações de base aquosa;
3. Substituição de cubas de ferro por cubas de aço inox, aço inox polido ou folheadas a aço inox;
4. Reutilização do agente de limpeza para novas limpezas, após decantação;
5. Regeneração do solvente de limpeza e incorporação das lamas de regeneração, no fabrico de produtos menos exigentes;

6. Incorporação directa do solvente de limpeza no fabrico de produtos menos exigentes;
7. Aplicação de filtração em areia e em carvão activado, como tratamento de afinação, após tratamento primário em ETAR, permitindo a reutilização das águas de lavagem;
8. Aplicação de membranas de ultrafiltração como tratamento de afinação após tratamento primário em ETAR, permitindo a reutilização das águas de lavagem.

Os benefícios conseguidos por aplicação destas tecnologias ao processo de fabrico, são os especificados no Quadro 4.

**Quadro 4**  
**Benefícios Decorrentes da Aplicação das Medidas/Tecnologias de Prevenção Encontradas**

<b>Medida / Tecnologia</b>	<b>Benefícios</b>
Gradação de cores ou de formulações compatíveis	39% de economia de água e no tratamento de efluentes 39% de economia no escoamento de lamas de ETAR 60% de economia em solvente usado e no seu tratamento
Lavagem de cubas a alta pressão nas formulações de base aquosa	25% de economia de água no tratamento de efluentes e no escoamento de lamas de ETAR
Substituição de cubas de ferro por cubas de aço inox polido ou folheadas a aço inox	70% de economia em agente de limpeza no seu tratamento e no escoamento de lamas de ETAR
Reutilização do agente de limpeza para novas limpezas após decantação	44% de economia de água e no tratamento de efluentes líquidos 44% de economia no escoamento de lamas de ETAR 68% de economia de solvente e no seu tratamento
Incorporação do solvente de limpeza usado no fabrico de produtos menos exigentes	Directamente dependente da existência de mercado que sustente o fabrico deste tipo de produtos
Regeneração do agente de limpeza e incorporação das lamas de regeneração no fabrico de produtos menos exigentes	80% de poupança em solvente de limpeza e no seu tratamento A incorporação da lama de regeneração detém o mesmo tipo de condicionantes que a incorporação directa do solvente de limpeza usado em formulações menos exigentes.
Aplicação de filtros de areia e carvão activado como tratamento de afinação, após tratamento em ETAR, com reutilização das águas de lavagem	80% de economia de água
Aplicação de membranas de ultrafiltração como tratamento de afinação após tratamento ETAR, com reutilização das águas de lavagem	90% de economia de água

No capítulo seguinte, procede-se a uma avaliação técnica e económica individualizada para cada uma das medidas/tecnologias referidas.

## 5 TECNOLOGIAS E MEDIDAS DE POTENCIAL APLICAÇÃO

Como já foi anteriormente referido, as tecnologias avaliadas neste Guia são:

1. Gradação de cores e/ou de formulações compatíveis;
2. Lavagem de cubas a alta pressão, nas formulações de base aquosa;
3. Substituição de cubas de ferro por cubas de aço inox, aço inox polido ou folheadas a aço inox;
4. Reutilização do agente de limpeza para novas limpezas, após decantação;
5. Regeneração do solvente de limpeza e incorporação das lamas de regeneração no fabrico de produtos menos exigentes;
6. Incorporação do agente de limpeza no fabrico de produtos menos exigentes;
7. Reutilização das águas de lavagem para novas lavagens, após tratamento em ETAR e por implementação de tratamentos de afinação como filtros de areia e carvão activado ou membranas de ultrafiltração.

Para cada uma destas tecnologias apresenta-se uma descrição técnica, evidenciado os seus benefícios quando comparados com os das tecnologias convencionais e procede-se a uma avaliação económica, estimando-se o investimento necessário e o impacte nos custos operacionais do processo (quando for caso disso), bem como nos custos de tratamento de efluentes líquidos e de deposição dos resíduos.

Os dados de natureza técnica assim como os preços e custos unitários utilizados foram, tanto quanto possível, obtidos com base em dados nacionais, essencialmente através das empresas potenciais fornecedoras das tecnologias e dos produtos químicos para o sector. Contudo, em alguns casos, foi necessário recorrer a dados da literatura internacional, quer pela sua inexistência no País, quer pela impossibilidade de os obter em tempo útil.

Os custos referentes ao tratamento de efluentes líquidos foram avaliados tomando em consideração os gastos em reagentes químicos e energéticos, por metro cúbico de efluente tratado, com base nos preços médios para a indústria, praticados no mercado.

Nos custos relativos aos resíduos, consideraram-se: os custos médios de mercado de escoar os resíduos para operador especializado – diferenciados por tipos de resíduos, como é o caso das lamas de ETAR, dos solventes usados ou das lamas de regeneração de solventes. No

caso específico das lamas de ETAR, foram também tidos em consideração os custos médios de deposição em aterro sanitário, praticados para a indústria.

No que concerne aos custos de água e electricidade, foram considerados os preços médios nacionais praticados para a indústria, por distribuição por rede.

A informação aqui contida deve ser sempre, de qualquer forma, interpretada com carácter indicativo e sugestivo, devendo o industrial, em cada caso, procurar valores mais concretos, objectivos e adequados à sua situação particular.

De referir ainda que, nos exemplos apresentados, são comparados apenas os custos relevantes para o caso em estudo. Deste modo, os totais dos custos operacionais referem-se, não a todos os custos da operação, mas apenas ao total daqueles que são comparáveis e relevantes nessa situação.

## **5.1 GRADAÇÃO DE CORES OU DE FORMULAÇÕES COMPATÍVEIS**

A gradação de cores ou de formulações compatíveis é uma medida simples, de fácil aplicação, e que já é largamente aplicada no meio industrial nacional. Tem como principal objectivo a redução do consumo de agente de limpeza nas operações de limpeza de equipamento.

### **Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios**

Esta medida refere-se basicamente, à possibilidade das formulações serem realizadas de forma sequencial, sem a necessidade de recorrência à limpeza intermédia das cubas, conduzindo à diminuição significativa do consumo do agente de limpeza, seja água ou solvente.

Desta forma, é vantajoso que as diversas formulações sejam programadas de modo a que, nas mesmas cubas, se proceda a uma gradação conveniente de cores - de claro para escuro (por exemplo: amarelo, laranja, vermelho, preto) ou de formulações compatíveis - das que exigem maior grau de afinação ou exigência para as menos exigentes.

Os benefícios conseguidos através da utilização desta medida respeitam, essencialmente, à poupança na quantidade de agente de limpeza utilizado, bem como à diminuição na produção de efluentes líquidos ou de solvente usado, com a consequente economia no seu tratamento.

Tome-se como exemplo uma unidade industrial que tem uma produção anual de 1 000 m<sup>3</sup> de tintas de base aquosa e 1 500 m<sup>3</sup> de tintas de base solvente, e que passa a proceder à gradação de cores no seu processo de fabrico. Com a introdução desta medida espera-se que possam ser atingidos os benefícios indicados no Quadro 5.

## Quadro 5

**Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (entre *batches* consecutivos) e o Processo com Sequência da Gradação de Cores** (para uma Produção de 1000 m<sup>3</sup> de Tintas de Base Aquosa e 1500 m<sup>3</sup> de Tintas de Base Solvente).

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado (Gradação de Cores)	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>
Volume de agente de limpeza gasto:			
- água	1 140 m <sup>3</sup> /ano	701 m <sup>3</sup> /ano	39%
- solvente	7 m <sup>3</sup> /ano	4 m <sup>3</sup> /ano	60%
Quantidade de Efluente/Resíduo produzido:			
- Efluente	1 140 m <sup>3</sup> /ano	701 m <sup>3</sup> /ano	39%
- Solvente usado	7 m <sup>3</sup> /ano	4 m <sup>3</sup> /ano	60%
Quantidade de lama produzida na ETAR	23 t/ano	14 t/ano	39%

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

### **Avaliação Económica**

Os factores a considerar com a implementação desta medida estão directamente relacionados com os custos do agente de limpeza e do seu tratamento ou destino final após utilização, para além dos benefícios nos custos de mão-de-obra.

#### Investimento inicial:

- Não Aplicável.

#### Custos adicionais de produção:

- Não Aplicável.

#### Benefícios ou ganhos:

- Poupança nos agentes de limpeza;
- Poupança na mão-de-obra adstrita às operações de limpeza (não contabilizado);
- Poupança no tratamento local de efluentes e de destino final de lamas de ETAR;
- Poupança no tratamento ou destino final do solvente usado.

Os resultados obtidos no caso da utilização de gradação de cores, comparativamente ao processo convencional, limpeza de cubas entre *batches* consecutivos, são apresentados no Quadro 6.

## Quadro 6

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (entre *batches* consecutivos) e o Processo com Sequência da Gradação de Cores** (para uma Produção de 1000 m<sup>3</sup> de Tintas de Base Aquosa e 1500 m<sup>3</sup> de Tintas de Base Solvente).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado (Gradação de Cores) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
Custos Operacionais:				
Agente de limpeza:				
- Água (100\$/m <sup>3</sup> )	114 000 \$	(570 €)	70 000 \$	(351 €)
- Solvente (70\$/l)	602 000 \$	(3 010 €)	244 000 \$	(1 218 €)
Tratamento do efluente em ETAR ou do resíduo através de operador especializado:				
- Efluente (945\$/m <sup>3</sup> )	1 077 000 \$	(5 387 €)	662 000 \$	(3 312 €)
- solvente usado (150\$/l)	1 290 000 \$	(6 450 €)	522 000 \$	(2 610 €)
Escoamento da lama de ETAR através de operador especializado (50\$/kg)	1 140 000 \$	(5 700 €)	700 000 \$	(3 500 €)
Total dos Custos Operacionais	4 223 000 \$	(21 115 €)	2 198 000 \$	(10 990 €)
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			2 025 000 \$	(10 125 €)
Investimento			0 \$	(0 €)
Período de recuperação do Investimento			Não aplicável	

Por aplicação desta medida no caso do exemplo tratado, consegue-se uma poupança anual de cerca de 2 000 contos (10 000 euros), sem que seja necessário qualquer tipo de investimento inicial. De notar que, se em vez de se recorrer a um operador especializado para escoamento das lamas de ETAR, estas forem canalizadas para Aterro Sanitário (6\$/kg), os benefícios expectáveis serão um pouco menores, atingindo, neste caso, cerca de 1 600 contos (8 000 euros) anuais.

Salienta-se ainda que há um benefício adicional, em termos da redução do tempo gasto pelo operário que procede à limpeza de cubas e equipamento, embora este factor não tenha sido contabilizado no enquadramento deste estudo.

## 5.2 LAVAGEM DE CUBAS A ALTA PRESSÃO NAS FORMULAÇÕES DE BASE AQUOSA

A lavagem de cubas a alta pressão é uma medida simples de fácil aplicação e que, de forma semelhante à anteriormente descrita, já é bastante aplicada no meio industrial. Tem como principal objectivo a redução do consumo em agente de limpeza.

### Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios

A lavagem de cubas com sistemas de alta pressão é uma medida que pode facilmente ser aplicada, representando uma economia de água superior a 25%.

Basicamente, por aplicação de um sistema de alta pressão os resíduos de tinta aderentes às paredes das cubas (após o seu esvaziamento) desprendem-se mais facilmente, o que conduz não só a uma poupança no tempo de lavagem, mas também em água de lavagem e no custo do tratamento do efluente e do escoamento das lamas que daí resultam.

Existem diversos tipos de sistemas de alta pressão, manuais ou automáticos, com maior ou menor especificidade relativamente à função em questão, com bicos fixos ou móveis; dependendo o tipo de equipamento a adoptar, da pressão e do caudal pretendido.

Os sistemas automatizados são mais eficientes dado que, sendo aplicados nas cubas, entram em funcionamento imediatamente após o seu esvaziamento (ainda com a formulação “fresca”), o que para além de facilitar muito a remoção da tinta aderente, faz com que o gasto em água de lavagem seja consideravelmente menor. O facto deste sistema poder funcionar sem recurso a mão-de-obra origina benefícios adicionais, embora a sua aplicação só se justifique (economicamente) em cubas de maior dimensão. Estes sistemas são normalmente dimensionados caso a caso, dependendo das características específicas da operação em causa.

Os sistemas mais simples são constituídos por uma mangueira ligada a um compressor. Obviamente, com este sistema, a operação será tanto mais facilitada e eficiente, quanto mais fresca estiver a formulação remanescente na cuba. Estes sistemas, mais aconselhados para menores produções ou cubas de menor dimensão, são usualmente padronizados até à pressão de 200 bar.

Considere-se uma unidade industrial hipotética de *Tintas, Vernizes e Similares* que produza anualmente 1 000 m<sup>3</sup> de produtos de base aquosa que adquira, por exemplo, dois equipamentos para limpeza manual a alta pressão, com caudais de 15 l/min e 20 l/min e uma

pressão de serviço de 150 bar e 200 bar, respectivamente. Os benefícios esperados são os constantes do Quadro 7.

**Quadro 7**

**Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e o Processo com Sistemas de Alta Pressão** (com a Aquisição de dois Equipamentos de Limpeza Manual e para uma Produção de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa).

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado (Lavagem a Alta Pressão)	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>
Volume de água de lavagem	1140 m <sup>3</sup> /ano	855 m <sup>3</sup> /ano	25%
Quantidade de Efluente produzido:	1140 m <sup>3</sup> /ano	855 m <sup>3</sup> /ano	25%
Quantidade de lama produzida na ETAR	23 t/ano	17 t/ano	25%

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

### **Avaliação Económica**

Na implementação desta medida há que considerar fundamentalmente o investimento inicial, os custos de água de lavagem, bem como do seu tratamento ou do destino final após utilização e do destino final das lamas de ETAR, para além dos benefícios na mão-de-obra.

#### Investimento inicial:

- Aquisição dos sistemas de alta pressão.

#### Custos adicionais de produção:

- Não Aplicável. Pode até haver benefícios no caso de sistemas automatizados.

#### Benefícios ou ganhos:

- Poupança em água de lavagem;
- Poupança na mão-de-obra adstrita às operações de limpeza;
- Poupança no tratamento local de efluentes e de destino final de lamas de ETAR;

Os resultados obtidos no caso da utilização de sistemas de limpeza a alta pressão, comparativamente ao processo convencional, são apresentados no Quadro 8.

## Quadro 8

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e Utilizando Sistemas de Pressão** (com a Aquisição de dois Equipamentos de Limpeza Manual e para uma Produção de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado (Lavagem à Pressão) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
	Custos Operacionais:			
Água de lavagem (100\$/m <sup>3</sup> )	114 000 \$	(570 €)	86 000 \$	(428 €)
Tratamento do efluente em ETAR (945\$/m <sup>3</sup> )	1 077 000 \$	(5 387 €)	808 000 \$	(4 040 €)
Escoamento da lama de ETAR através de operador especializado (50\$/kg)	1 140 000 \$	(5 700 €)	855 000 \$	(4 275 €)
Total dos Custos Operacionais	2 331 000 \$	(11 675 €)	1 749 000 \$	(8 743 €)
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			582 000 \$	(2 910 €)
Investimento			750 000 \$	(3 750 €)
Período de recuperação do Investimento			1,3 anos	

Pela aplicação desta medida, verifica-se assim que, o período de retorno do investimento é de cerca de 1,3 anos, conseguindo-se uma poupança anual, em termos de custos operacionais, de quase 600 contos por ano (2 910 €).

Por outro lado, poder-se-á ainda considerar outro benefício, não contabilizado neste exemplo, como seja a poupança no tempo da operação de lavagem, libertando o operário mais rapidamente para outro tipo de funções. Este facto terá claramente maior relevância se a empresa optar pela aquisição de equipamento automático.

Note-se ainda que, quanto mais eficiente for o equipamento escolhido, apesar do custo de investimento ser necessariamente superior (e quanto mais “frescos” estiverem os resíduos da formulação antes de se proceder à lavagem), maiores serão os benefícios.

### 5.3 SUBSTITUIÇÃO DE CUBAS DE FERRO POR CUBAS DE AÇO INOX POLIDO

Nas unidades fabris mais antigas, ainda é habitual encontrarem-se cubas em ferro, embora se verifique que têm vindo a ser progressivamente substituídas por cubas de aço inox polido, ou folheadas a aço inox. O principal objectivo de se proceder à implementação deste tipo de medida é a redução do consumo de agente de limpeza gasto e da sua carga poluente (após limpeza), com a conseqüente redução da perda de produto.

#### Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios

A substituição das cubas de mistura em ferro por cubas em aço inox, aço inox polido, ou mesmo revestido com este material, traduz-se numa maior eficiência de limpeza, uma vez que a adesão do produto remanescente nas paredes é consideravelmente menor. Esta eficiência é ainda bastante superior no caso do material ser o aço inox polido.

Tal mudança conduz, não só ao aumento da eficiência da operação de limpeza e, conseqüentemente, à redução do consumo de agente de limpeza, mas também à redução do nível de contaminação deste agente. Pela mesma razão, há uma redução dos desperdícios de produto, já que o escorrimento após formulação é bastante mais facilitado, sendo menor a quantidade de produto aderente.

O aumento de eficiência da limpeza traduz-se numa redução do consumo de agente de limpeza em cerca de 70%.

Há ainda a considerar alguns outros benefícios, como sejam a possibilidade de reutilização do solvente de limpeza (uma vez que não fica tão “contaminado” após utilização), a diminuição da produção de lama de ETAR (o efluente comporta menos carga), bem como a redução do tempo despendido pelo trabalhador que procede a esta operação. No entanto, todos estes factores apenas poderão ser contabilizados para cada caso específico, não tendo sido portanto incluídos na análise efectuada.

Tomando como exemplo uma unidade industrial de *Tintas, Vernizes e Similares*, que detenha uma produção anual de 1000 m<sup>3</sup> de produtos de base aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de produtos de base solvente, que proceda à substituição de 6 cubas de ferro de 1 000 l cada, por cubas de aço inox polido, é possível obter os benefícios especificados no Quadro 9.

**Quadro 9**

**Comparação Entre o Processo Convencional (Cubas em Ferro) e Utilizando Cubas em Aço Inox Polido** (com a Instalação de 6 Cubas em Aço Inox Polido e para uma Produção Anual de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Solvente).

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado (Cubas em Aço Inox Polido)	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>
Volume de agente de limpeza gasto:			
- água	1 140 m <sup>3</sup> /ano	342 m <sup>3</sup> /ano	70%
- solvente	9 m <sup>3</sup> /ano	3 m <sup>3</sup> /ano	
Quantidade de Efluente/ Resíduo produzido:			
- água	1 140 m <sup>3</sup> /ano	342 m <sup>3</sup> /ano	70%
- solvente usado	9 m <sup>3</sup> /ano	3 m <sup>3</sup> /ano	
Quantidade de lama produzida na ETAR	23 t/ano	7 t/ano	70%

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

**Avaliação Económica**

Na substituição das cubas de ferro por cubas de aço inox polido há que considerar essencialmente, os custos de investimento inicial, os benefícios da redução no consumo de agente de limpeza e a redução dos custos relativos ao tratamento de efluente e ao escoamento das lamas de ETAR.

**Investimento inicial**

O investimento inicial é variável consoante a dimensão de cuba pretendida e consoante se trate de cubas de aço inox ou aço inox polido ou simplesmente folheadas a aço inox polido. Um exemplo da variação do investimento necessário, relativamente a diferentes capacidades de cubas em aço inox e em aço inox polido é apresentado no Quadro 10.

**Quadro 10**  
**Custo Médio do Investimento em Cubas em Aço Inox ou Aço Inox Polido,**  
**em Função da Capacidade.**

Capacidade Média das Cubas (l)	Custo (\$ - Escudos e €- Euros)	
	Aço Inox	Aço Inox Polido
200	90 000 \$ (450 €)	190 000 \$ (950 €)
500	112 000 \$ (560 €)	220 000 \$ (1 100 €)
1 000	130 000 \$ (650 €)	260 000 \$ (1 300 €)

Custos adicionais de produção:

Não se verificam custos adicionais de produção mas antes benefícios, que se traduzem pela quantidade de produto final que se deixa de perder no esvaziamento das cubas, embora, como já anteriormente referido, este não seja um benefício contabilizado neste estudo.

Benefícios ou ganhos:

- Poupança nos agentes de limpeza;
- Poupança na mão-de-obra adstrita às operações de limpeza;
- Poupança no tratamento local de efluentes e de destino final das lamas de ETAR;
- Poupança no tratamento ou destino final do solvente usado;
- Redução das perdas de produto.

A análise económica comparativa, relativamente ao processo convencional, refere-se à situação em que se procede à substituição de 6 cubas de ferro por cubas de aço inox polido de 1 000 l cada. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 11.

**Quadro 11**

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional (Cubas em Ferro) e com Utilização de Cubas em Aço Inox Polido** (com a Instalação de 6 Cubas em Aço Inox Polido, de 1 000 l cada, e para uma Produção Anual de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Solvente).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional		Processo Avançado	
	(\$-Escudos ou €-Euros/ano)		(Cubas em Aço Inox Polido)	
			(\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
Custos Operacionais:				
Agente de limpeza:				
- Água (100/m <sup>3</sup> )	114 000 \$	(570 €)	34 000 \$	(171 €)
- Solvente (70\$/l)	602 000 \$	(3 010 €)	210 000 \$	(1 050 €)
Tratamento do efluente em ETAR ou do resíduo através de operador especializado:				
- Efluente (945\$/m <sup>3</sup> )	1 077 000 \$	(5 387 €)	323 000 \$	(1 616 €)
- solvente usado (150\$/l)	1 290 000 \$	(6 450 €)	450 000 \$	(2 250 €)
Escoamento da lama de ETAR através de operador especializado (50\$/kg)	1 140 000 \$	(5 700 €)	350 000 \$	(1 750 €)
Total dos Custos Operacionais	4 223 000 \$	(21 115 €)	1 367 000 \$	(6 835 €)
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			2 856 000 \$	(14 280 €)
Investimento			1 560 000 \$	(7 800 €)
Período de recuperação do Investimento			7 meses	

Neste caso, através da substituição de 6 cubas de ferro por cubas de aço inox polido, consegue-se uma poupança cerca de 2 850 contos (14 300 euros) anuais, o que equivale a um período de recuperação do investimento entre 6 e 7 meses.

Para além da poupança referida, salienta-se mais uma vez o ganho em produto final (que deixa de ficar retido nas paredes das cubas, devido ao atrito passar a ser muito menor), bem como a diminuição no tempo de limpeza, que passa a ser bastante mais facilitada, factores estes que, apesar de não contabilizados, se consideram de importância significativa.

#### **5.4 REUTILIZAÇÃO DO AGENTE DE LIMPEZA PARA NOVAS LIMPEZAS, APÓS DECANTAÇÃO**

Esta é das medidas possíveis de mais fácil aplicação. É também, de forma semelhante às anteriormente descritas, já aplicada no meio industrial. O seu principal objectivo é a redução no consumo de agente de limpeza de cubas e de equipamento.

##### **Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios**

Esta medida refere-se à reutilização directa do agente de limpeza após mera decantação. O agente de limpeza usado pode ser assim guardado em bidões, por exemplo, de forma a que as impurezas presentes se separem por decantação, podendo voltar a ser reutilizado para o mesmo fim. O número de vezes que será possível proceder a esta separação e reutilização depende directamente do tipo de produto em formulação antes da limpeza das cubas, bem como se o solvente ou a água são reutilizados com o mesmo tipo de produto. Neste último caso, será necessário que a unidade fabril tenha espaço disponível suficiente para o armazenamento do agente de limpeza por cada produto em formulação, o que se pode revelar compensador face à maior eficiência de reutilização<sup>4</sup>, neste caso, relativamente à reutilização não específica por formulação.

Esta medida, torna-se ainda bastante mais eficiente se for efectuada em “contra-corrente”. O sistema de “contra-corrente” pressupõe que a limpeza das cubas seja efectuada, em primeiro lugar, com um agente de limpeza usado e, portanto, “sujo”, fazendo-se depois uma passagem final com uma porção limpa para retirar qualquer impureza que permaneça nas cubas. Assim sendo, é possível aumentar significativamente o tempo total de utilização do agente de limpeza.

Apesar desta medida ser aplicável de forma igual a formulações de base aquosa ou de base solvente, toma expressão mais significativa no caso das formulações de base solvente, já que neste caso o agente de limpeza tem um custo bastante superior ao da água.

Tomando como exemplo uma unidade industrial detentora de uma produção anual de 1000 m<sup>3</sup> de produtos de base aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de produtos de base solvente, que passa a aplicar a

---

<sup>4</sup> Se se utilizar o agente de limpeza especificamente por tipo de formulação, é possível a sua reutilização por maior número de vezes, conseqüentemente o seu consumo diminui, aumentando a eficiência global de aplicação deste tipo de medida.

reutilização do agente de limpeza, seja água de lavagem, seja solvente de limpeza, obtêm-se os benefícios apresentados no Quadro 12.

**Quadro 12**

**Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (entre *Batches* Consecutivos, Usando Agente Limpo Sempre que se Procede a uma Limpeza) e com Reutilização do Agente de Limpeza para o Mesmo Fim** (para uma Produção Anual de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Solvente).

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado (Reutilização do Agente de Limpeza)	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>
Volume de agente de limpeza gasto:			
- água	1 140 m <sup>3</sup> /ano	638 m <sup>3</sup> /ano	44%
- solvente	7 m <sup>3</sup> /ano	3 m <sup>3</sup> /ano	68%
Quantidade de Efluente/Resíduo produzido:			
- água	1 140 m <sup>3</sup> /ano	638 m <sup>3</sup> /ano	44%
- solvente usado	7 m <sup>3</sup> /ano	3 m <sup>3</sup> /ano	68%
Quantidade de lama produzida na ETAR	23 t/ano	13 t/ano	44%

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

### **Avaliação Económica**

Os factores a considerar com a implementação desta medida encontram-se directamente relacionados com os custos do agente de limpeza e do seu tratamento ou destino final após limpeza, não havendo muito mais a considerar, para além dos benefícios associados à poupança no tratamento do efluente, à menor produção de lamas de ETAR, bem como aos menores custos de escoamento de solvente de limpeza usado.

#### Investimento inicial:

- Não Aplicável.

#### Custos adicionais de produção:

- Não Aplicável.

#### Benefícios ou ganhos:

- Poupança nos agentes de limpeza;

- Poupança no tratamento local de efluentes e de destino final de lamas de ETAR;
- Poupança no tratamento ou destino final do solvente usado.

A avaliação económica dos benefícios conseguidos por reutilização do agente de limpeza, após decantação, comparativamente ao processo convencional (sem reutilização), é apresentada no Quadro 13.

**Quadro 13**

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas (sem Reutilização) e com Reutilização do Agente de Limpeza, Após Decantação** (para uma Produção Anual de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Solvente).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado (Reutilização do Agente de Limpeza) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
	Custos Operacionais:			
Agente de limpeza:				
- Água (100\$/m <sup>3</sup> )	114 000 \$	(570 €)	64 000 \$	(319 €)
- Solvente (70\$/l)	602 000 \$	(3 010 €)	191 000 \$	(956 €)
Tratamento do efluente em ETAR ou do resíduo através de operador especializado:				
- Efluente (945\$/m <sup>3</sup> )	1 077 000 \$	(5 387 €)	603 000 \$	(3 015 €)
- solvente usado (150\$/l)	1 290 000 \$	(6 450 €)	410 000 \$	(2 048 €)
Escoamento da lama de ETAR através de operador especializado (50\$/kg)	1 140 000 \$	(5 700 €)	640 000 \$	(3 200 €)
<b>Total dos Custos Operacionais</b>	<b>4 223 000 \$</b>	<b>(21 115 €)</b>	<b>1 908 000 \$</b>	<b>(9 540 €)</b>
<b>Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)</b>			<b>2 315 000 \$</b>	<b>(11 575 €)</b>
<b>Investimento</b>			<b>0 \$</b>	<b>(0 €)</b>
<b>Período de recuperação do Investimento</b>			<b>Não aplicável</b>	

Por aplicação desta medida, verifica-se que há uma poupança anual de cerca de 2 300 contos (11 600 euros), sem necessidade de qualquer investimento inicial. A única desvantagem é a necessidade de espaço disponível para armazenamento do agente de limpeza.

## 5.5 REGENERAÇÃO DO SOLVENTE DE LIMPEZA

A regeneração do solvente de limpeza já é largamente utilizada no tecido industrial deste sector. O principal objectivo é a remoção das impurezas do solvente, após a limpeza das cubas, possibilitando a sua reutilização para o mesmo fim.

### Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios

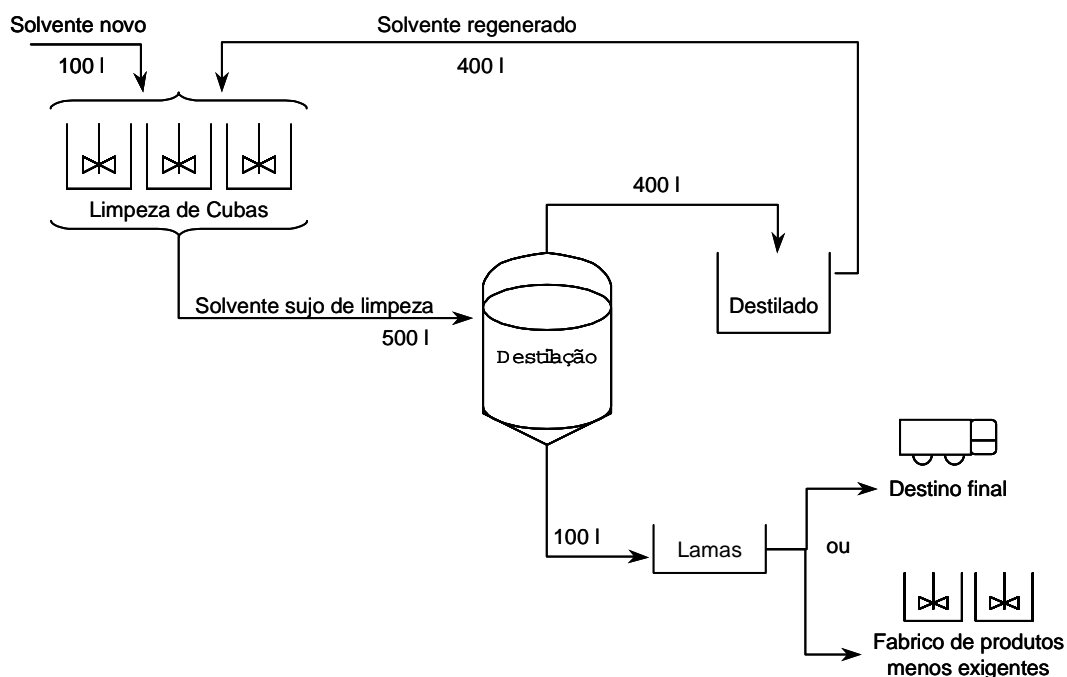
A regeneração do solvente de limpeza é usualmente efectuada em destiladores, com destilação não-fraccionada em *batch*.

Esta tecnologia consiste na introdução do solvente de limpeza usado numa câmara de destilação, onde é aquecido até que atinja a sua temperatura de ebulição. Nesta fase, passa ao estado de vapor, sendo então condensado e recolhido em recipiente próprio para o efeito. As impurezas contidas no solvente ficam retidas no fundo do reservatório, sendo recolhidas separadamente sob a forma de lama.

A fracção destilada é armazenada para reutilização em novas limpezas, e a lama de destilação é escoada como resíduo, ou reintroduzida como matéria prima no processo de fabrico de produtos menos exigentes. A reintrodução da lama de destilação no processo, é uma medida que quase funciona como complemento à instalação de tecnologias deste tipo, havendo casos de unidades fabris que mantêm o fabrico de produtos menos exigentes (como os betumes ou os primários) unicamente como forma de escoar este tipo de resíduos, procedendo assim, à sua valorização.

A aplicação de uma tecnologia deste tipo está esquematicamente exemplificada na Figura 9.

Um outro processo que pode ser utilizado para a regeneração do solvente de limpeza, é a evaporação em vácuo. Com um funcionamento muito semelhante à destilação, o solvente é evaporado e recuperado, concentrando-se todas as impurezas nas lamas de regeneração. A vantagem do evaporador em vácuo reside na utilização de temperaturas mais baixas, diminuindo assim a possibilidade de degradação do solvente por acção da temperatura a que é sujeito nos destiladores convencionais.



**Figura 9 – Diagrama Esquemático da Aplicação da Regeneração do Solvente de Limpeza de Cubas, por Destilação.**

A introdução do equipamento de regeneração de solventes toma ainda especial significado no caso em que a natureza dos produtos fabricados permite a reintrodução das lamas de regeneração no processo de fabrico de produtos menos exigentes, conduzindo assim, para além de uma poupança em matérias primas, à produção de resíduo zero.

Tome-se como exemplo hipotético uma fábrica de tintas, com uma produção de produtos de base solvente de 1500 m<sup>3</sup>/ano. Com a instalação de um equipamento de evaporação em vácuo em *batch*, com uma capacidade para 700 l, esta unidade consegue obter os benefícios especificados no Quadro 14.

## Quadro 14

**Comparação Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e com Regeneração do Solvente de Limpeza por Evaporação em Vácuo** (com Instalação de um Evaporador com 700 l de capacidade e para Produção de 1500 m<sup>3</sup>/ano de Produtos de Base Solvente).

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado (Destilação do Solvente de Limpeza)	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>
Volume de solvente de limpeza consumido	9 m <sup>3</sup> /ano	2 m <sup>3</sup> /ano	80%
Quantidade de solvente usado de limpeza produzido como resíduo	9 m <sup>3</sup> /ano	0 m <sup>3</sup> /ano	100%
Quantidade de lama produzida na regeneração	-	2 m <sup>3</sup> /ano	-

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

De notar que, nos casos em que não é possível proceder à introdução das lamas de regeneração no processo de fabrico, há como que uma “transferência” do tipo de resíduos produzidos, ou seja, deixa de se gerar solvente usado de limpeza como resíduo (uma vez que é totalmente reutilizado), mas passa a produzir-se lama de regeneração. Apesar deste facto, a quantidade total de resíduo produzido é bastante menor, mantendo-se as suas características (embora mais concentradas no caso das lamas), o que implica uma necessidade de tratamento semelhante. O balanço resultante é, conseqüentemente, francamente positivo.

### **Avaliação Económica**

A análise económica, é baseada nos benefícios conseguidos na poupança em solvente de limpeza, contra o custo de investimento no equipamento e nos custos de operação associados.

#### Investimento inicial:

O investimento inicial é directamente dependente do caudal ou do volume de solvente a tratar, já que a sua operação se faz usualmente em *batch*. Nestas condições e para uma capacidade de 700 l, o custo de investimento será de cerca de 5 500 contos (27 500 euros).

Custos adicionais de produção:

Os custos adicionais de produção são, essencialmente, os gastos energéticos e de manutenção do equipamento.

Benefícios ou ganhos:

Os benefícios conseguidos reportam às poupanças no solvente de limpeza e ao que deixa de ser necessário despendido no seu tratamento, após utilização.

A avaliação económica dos benefícios conseguidos por implementação dum sistema de regeneração do solvente de limpeza por evaporação em vácuo (para o exemplo considerado), e comparativamente ao processo convencional é apresentada no Quadro 15.

**Quadro 15**

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional de Limpeza de Cubas e com Regeneração do Solvente de Limpeza, por Evaporação em Vácuo** (com Instalação de um Evaporador com 700 l de capacidade e para Produção de 1500 m<sup>3</sup>/ano de Produtos de Base Solvente).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado (Regeneração do Solvente de Limpeza) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
Custos Operacionais:				
Solvente de limpeza (70\$/l)	602 000 \$	(3 010 €)	120 000 \$	(602 €)
Energéticos (15\$/kwh)	-	-	82 000 \$	(409 €)
Tratamento do solvente de limpeza como resíduo através de operador especializado (150\$/l)	1 290 000 \$	(6 450 €)	-	-
Tratamento da lama de regeneração como resíduo através de operador especializado (150\$/l)	-	-	258 000 \$	(1 290 €)
Total dos Custos Operacionais	1 892 000 \$	(9 460 €)	460 000 \$	(2 300 €)
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			1 432 000 \$	(7 160 €)
Investimento			5 500 000 \$	(27 500 €)
Período de recuperação do Investimento			3,8 anos	

Por observação do Quadro anterior verifica-se que, em termos gerais e para o exemplo apresentado, o investimento inicial é recuperado em menos de 4 anos. Por outro lado, se se considerar que a unidade industrial consegue incorporar (no fabrico de primários por exemplo), toda a lama de regeneração produzida, o período de retorno do investimento decresce para cerca de três anos, sendo ainda de notar que, para além da poupança representada pelo facto de se deixar de ter de dar destino final a estas lamas, há ainda que contabilizar a poupança em matérias primas.

## **5.6 INCORPORAÇÃO DO AGENTE DE LIMPEZA NO FABRICO DE PRODUTOS MENOS EXIGENTES**

À semelhança das medidas descritas anteriormente, esta também é de fácil introdução no processo produtivo, consistindo na incorporação directa do agente de limpeza usado, no fabrico de produtos menos exigentes. A sua aplicabilidade, no entanto, está directamente dependente do tipo de produtos produzidos pelas diversas unidades industriais.

Encontra-se já bastante difundida no tecido industrial português, nomeadamente no subsector das *Colas e Gelatinas*.

Actualmente mais implementada em produções de base solvente, esta medida pode também ser aplicada no fabrico de produtos de base aquosa, desde que utilizada em formulações compatíveis consecutivas. Tem como objectivo primordial a redução ou, no limite, a total eliminação, do resíduo correspondente à produção de agente de limpeza usado.

### **Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios**

Nas unidades industriais que produzem produtos menos exigentes em termos da qualidade de matérias primas utilizadas como são, por exemplo, os betumes e os primários, é possível introduzir, na sua formulação, o agente de limpeza usado. Esta medida tem sido aproveitada por algumas unidades industriais como solução para dar destino final a este tipo de resíduos que, neste caso, passam a constituir uma matéria prima “secundária”.

Os benefícios expectáveis com a aplicação desta medida são bastante evidentes, uma vez que se elimina o custo do tratamento ou de escoamento do agente de limpeza usado, economizando-se ainda na matéria prima a introduzir nas formulações.

No caso específico da indústria de *Colas e Gelatinas*, esta reutilização é normalmente efectuada quase directamente, ou seja, as formulações são programadas de forma a que os produtos mais exigentes sejam canalizados para a linha de fabrico em primeiro lugar.

Deste modo, o agente de limpeza, após o fabrico da primeira formulação, permanece na cuba e passa a incorporar a formulação seguinte (menos exigente que a primeira) e assim sucessivamente até se completar o ciclo de formulações pré-planeadas. Consegue-se assim, não só uma poupança no solvente de processo (água ou solvente), mas também no custo de tratamento do efluente (e da lama de ETAR) e/ou do solvente de limpeza produzidos.

Considerando uma indústria hipotética com uma produção de 1500 m<sup>3</sup>/ano de produtos de base solvente, que consiga reintroduzir no seu processo de fabrico 80% do solvente de limpeza usado, conseguem-se os seguintes benefícios expectáveis:

- economia de 80% no custo de escoamento do solvente usado que passa duma produção média anual de 9 m<sup>3</sup>/ano para 2 m<sup>3</sup>/ano;
- economia no consumo de matérias primas - não contabilizadas neste estudo dado ser uma análise apenas possível especificamente para cada caso.

De notar que o tipo de produtos que possibilita a introdução desta medida no seu fabrico é relativamente limitado, dado o mercado ser muito reduzido. Deste modo, usualmente as indústrias optam pela implementação da regeneração de solventes, procedendo à reintrodução no processo de fabrico de produtos menos exigentes, não do solvente de limpeza, mas das lamas de regeneração (vd. Capítulo 5.5).

### **Avaliação Económica**

O balanço económico resultante da implementação desta medida, apresenta como factor preponderante a economia no tratamento do resíduo (agente de limpeza usado), bem como a economia em matérias primas.

#### Investimento inicial:

- Não Aplicável.

#### Custos adicionais de produção:

- Não Aplicável.

#### Benefícios ou ganhos:

- Poupança no tratamento ou destino final do agente de limpeza usado;
- Poupança no tratamento ou destino final das lamas de ETAR;
- Poupança no tratamento ou destino final de lamas de regeneração de solventes;
- Poupança em matérias primas.

A avaliação económica dos benefícios conseguidos por aplicação desta medida, comparativamente ao processo convencional e para o exemplo considerado, é apresentada no Quadro 16.

**Quadro 16**

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional e com Reintrodução do Solvente de Limpeza na Formulação de Produtos Menos Exigentes**  
(para uma Produção de 1500 m<sup>3</sup>/ano de Produtos de Base Solvente e uma Reintrodução no Processo de 80%).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado (Reintrodução do Solvente de Limpeza) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
	Custo do tratamento do solvente de limpeza como resíduo através de operador especializado (150\$/l)	1 290 000 \$	(6 450 €)	325 000 \$
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			2 315 000 \$	(11 575 €)
Investimento			0 \$	(0 €)
Período de recuperação do Investimento			Não aplicável	

Esta é uma medida que, sempre que seja possível aplicá-la, se traduz em grandes benefícios económicos, como se pode observar no Quadro anterior. No caso de exemplo, com a possibilidade de incorporação do solvente de limpeza usado no fabrico de produtos menos exigentes, consegue-se uma poupança anual de aproximadamente 2 300 contos (11 600 euros).

## **5.7 REUTILIZAÇÃO ÁGUA DE LAVAGEM PARA NOVAS LAVAGENS, APÓS TRATAMENTO EM ETAR**

A reutilização das águas de lavagem de cubas em novas lavagens, após tratamento primário, é uma medida que já se utiliza em algumas unidades fabris, embora exista ainda uma grande desconfiança entre os industriais em proceder a este tipo de reutilização devido, sobretudo, à possibilidade de acumulação de microrganismos no processo. Também o facto da água ser ainda uma matéria prima de “baixo custo”, já que a sua origem na maioria das fábricas é a captação própria, leva a que seja uma medida ainda pouco disseminada neste sector.

O principal objectivo desta medida é a poupança da água de lavagem.

### **Descrição Técnica e Avaliação dos Benefícios**

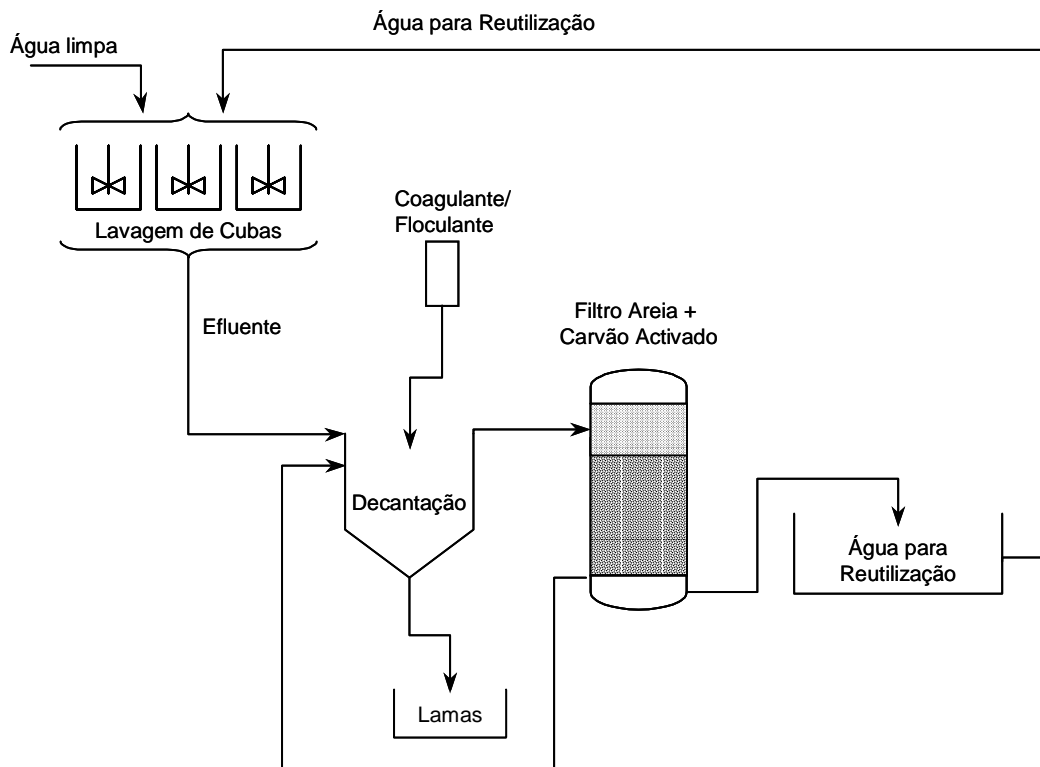
Esta é uma medida muito simples, baseando-se na recirculação do efluente fabril para novas lavagens, após tratamento em ETAR.

Apesar desta recirculação poder ser efectuada directamente após um pré-tratamento simples<sup>5</sup>, é aconselhável a introdução de um tratamento de afinação por incorporação de um filtro de areia e carvão activado, não só para reduzir a carga do efluente a reutilizar e para afinação de outras características (que toma expressão particularmente significativa nos casos em que há necessidade de eliminação de cor), mas também para diminuir consideravelmente a possibilidade de contaminação por microrganismos que, eventualmente, se possam desenvolver durante o tratamento na ETAR. O diagrama esquemático da aplicação duma tecnologia deste tipo, encontra-se especificado na Figura 10.

---

<sup>5</sup> Considera-se como pré-tratamento simples ou convencional em ETAR própria, o seguinte processo:

→ Coagulação/Floculação → Decantação →



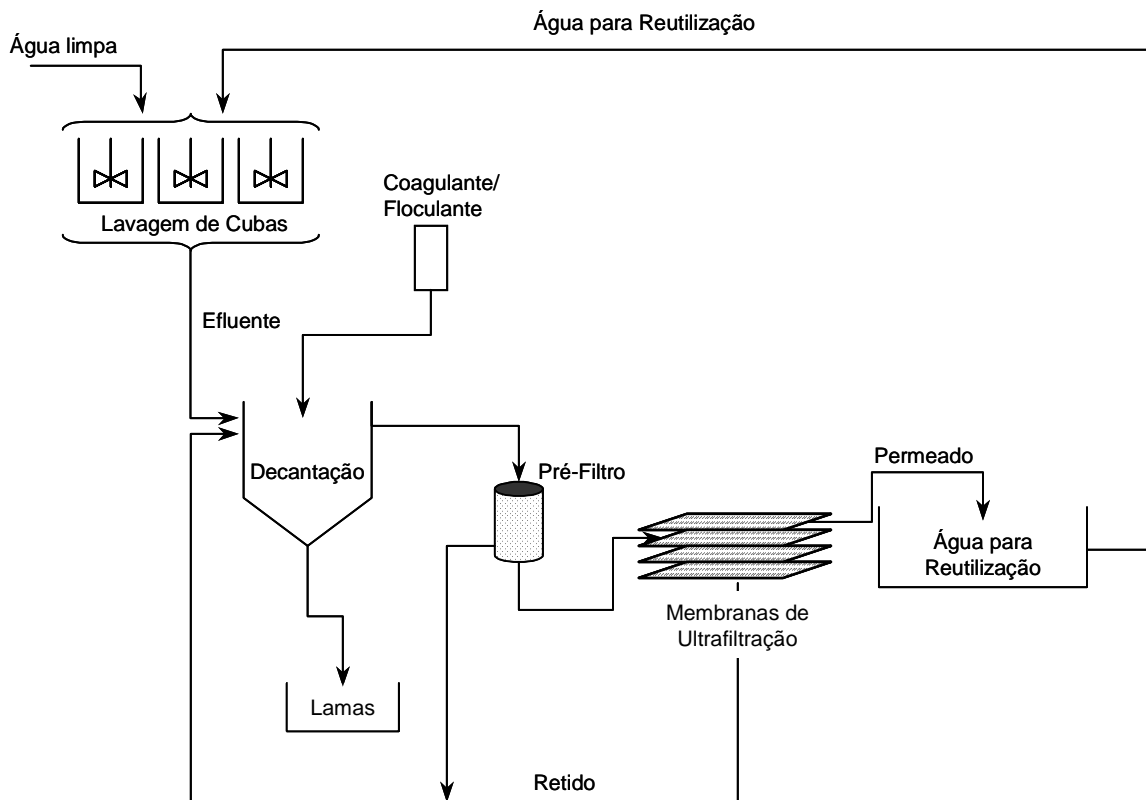
**Figura 10 – Aplicação dum Filtro de Areia e Carvão Activado ao Pré-Tratamento, com Possibilidade de Recirculação das Águas de Lavagem para Novas Lavagens.**

Uma outra tecnologia que pode ser utilizada em alternativa aos filtros de areia e carvão activado, é a ultrafiltração, que permite também a obtenção de um efluente de carga muito reduzida e com possibilidade de retenção dos microrganismos que possam existir no circuito.

A ultrafiltração é um processo de separação por membranas, as quais, para aplicação na indústria de tintas, devem ser constituídas por placas cerâmicas, retendo todo o tipo de moléculas cuja dimensão seja superior aos seus poros (0,01-0,1  $\mu\text{m}$ ). Estes sistemas têm, usualmente, acoplado um pré-filtro por forma a proteger as membranas de sólidos em suspensão que possam existir no efluente e assim, prevenir a sua colmatção prematura.

Apesar destes sistemas serem extremamente eficientes, possibilitando recuperações até 98% de efluente “limpo”, não se considera aconselhável que o efluente líquido recirculado para o processo seja superior a 90% do caudal, dado as membranas serem permeáveis aos sais dissolvidos e, conseqüentemente, existir a possibilidade de se acumularem indesejavelmente certos elementos no circuito. Desta forma, sempre que sejam introduzidas recirculações, é aconselhável que, pelo menos, 10% do caudal seja de água limpa.

Na Figura 11, encontra-se exemplificado um esquema ilustrativo da aplicação de uma tecnologia deste tipo.



**Figura 11 –Aplicação de Membranas de Ultrafiltração ao Pré-Tratamento, com Possibilidade de Recirculação das Águas de Lavagem para Novas Lavagens.**

Os benefícios expectáveis reflectem-se directamente na poupança representada pela diminuição do consumo de água de lavagem de cubas e equipamento, encontrando-se especificados no Quadro 17. Estes benefícios foram calculados tomando como exemplo base uma unidade industrial hipotética que produz anualmente 1000 m<sup>3</sup> de produtos de base aquosa e que procede ao pré-tratamento dos seus efluentes em ETAR.

Quadro 17

**Comparação Entre o Processo Convencional e com Recirculação das Águas de Lavagem Após Pré-Tratamento (para o Exemplo Considerado).**

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado 1 (Filtro de areia e carvão activado)		Processo Avançado 2 (Membranas de Ultrafiltração)	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>	Valor	% Redução <sup>1</sup>
Quantidade de água de lavagem consumida	1 140 m <sup>3</sup> /ano	228 m <sup>3</sup> /ano	80%	114 m <sup>3</sup> /ano	90%
Benefícios Espectáveis (Convencional-Avançado)		912 m <sup>3</sup> /ano	80%	1026m <sup>3</sup> /ano	90%

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

De notar, que tanto a quantidade de efluente a tratar como a produção de lamas se mantêm nos processos avançados em iguais proporções relativamente ao processo convencional, já que esta é uma tecnologia implementada em final de linha, apenas introduzindo a possibilidade de recirculação do efluente para o processo.

### Avaliação Económica

Em termos de balanço económico, o grande benefício conseguido é o traduzido pela poupança da água, relativamente aos custos acrescidos de investimento e tratamento do efluente por implementação do processo de afinação.

Nos cálculos do balanço económico consideram-se duas opções técnicas em alternativa: filtro de areia e de carvão activado e um sistema de membranas de ultrafiltração. Estes resultados encontram-se especificados no Quadro 18.

Quadro 18

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional e com Recirculação das Águas de Lavagem Após Pré-Tratamento (para 1000 m<sup>3</sup> de Produção Anual de Produtos de Base Aquosa).**

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado 1 (Filtros Areia e Carvão Activado) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado 2 (Membranas de Ultrafiltração) (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
Custos Operacionais:						
Água de lavagem (100\$/m <sup>3</sup> )	114 000 \$	(570 €)	23 000 \$	(114 €)	11 000 \$	(57 €)
Tratamento do efluente em ETAR	1 077 000 \$	(5 387 €)	1 305 000 \$ <sup>a)</sup>	(6 525 €)	1 547 400 \$	(7 737 €)
Total dos Custos Operacionais	1 191 000 \$	(5 955 €)	1 328 000 \$	(6 639 €)	1 558 400 \$	(7 794 €)
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			- 137 000 \$	(- 684 €)	-367 400 \$	(-1 839 €)
Investimento			800 000 \$	(5 000 €)	7 000 000 \$	(35 000 €)
Período de recuperação do Investimento			-		-	

a) incluindo custo de escoamento do carvão activado saturado.

A implementação destas tecnologias, não se torna economicamente vantajosa para a capacidade assumida no exemplo (cerca de 600l/h). Por outro lado, o facto da maioria das unidades industriais possuírem captações próprias e, conseqüentemente, consumirem água a um custo muito baixo, faz com este tipo de tecnologias se torne pouco atractivo para o industrial português.

Há contudo outros aspectos, alguns de natureza intangível e, portanto, não directamente contabilizáveis, que podem tornar a recirculação das águas de lavagem bastante mais atractiva para as empresas, citando-se:

- o custo da água poder vir a aumentar significativamente a curto/médio prazo, mesmo nos casos em que a sua origem é a captação própria, uma vez que é um recurso cada vez mais escasso e que tem, por isso, de ser conservado;
- os sistemas de tratamento de efluentes convencionais não serem suficientes, na grande maioria dos casos (dependendo das características dos efluentes), para que haja cumprimento das normas de descarga, cada vez mais restritas; conjuntamente com uma maior probabilidade de pagamento de coimas, como resultado da melhoria progressiva da eficácia do sistema de fiscalização;
- no caso específico da implantação de sistemas de ultrafiltração em unidades que ainda não possuam qualquer tipo instalação de tratamento de efluentes, será mais económico que o(s) módulo(s) de pré-filtração/ultrafiltração sejam instalados à cabeça do sistema de tratamento, seguindo depois o efluente para uma decantação (assistida por coagulação/floculação). Consegue-se, neste caso, uma economia acrescida nos reagentes utilizados na coagulação/floculação.

## 5.8 OUTRAS MEDIDAS/TECNOLOGIAS

Para além das medidas/tecnologias anteriormente descritas outras há, de carácter mais geral, que também se podem aplicar, quer na optimização do processo, resultando em menores consumos de matérias primas e em maior aproveitamento do produto fabricado, quer na diminuição de resíduos ou efluentes líquidos gerados.

Uma das medidas mais gerais apontada como preventiva da produção de resíduos, alguns deles perigosos, é a substituição de produtos de base solvente por produtos de base aquosa, cujos resíduos são de tratamento bastante mais fácil. Este é um factor que tem vindo a ser progressivamente introduzido no fabrico dos produtos deste sector. Contudo, casos há em que, por razões de ordem técnica ou económica, essa substituição ainda não é possível.

A substituição de matérias primas que incorporam metais pesados (como alguns dos pigmentos usados) por outras isentas destes elementos, é outra das medidas genéricas que tem vindo a ser progressivamente adoptada por forma a colocar no mercado produtos mais ecológicos e a diminuir a produção de resíduos perigosos.

Outras medidas/tecnologias podem ser apontadas como preventivas da produção de resíduos e efluentes líquidos, citando-se:

- A introdução de sistemas automatizados, tem sempre aliada uma diminuição das perdas e derrames existentes, induzindo portanto, para além de uma poupança em matérias primas, à diminuição da quantidade de resíduos gerados;
- Em produções de base solvente, a implementação de sistemas fechados de limpeza de cubas com escovilhões incorporados, para além de facilitar a limpeza devido ao uso dos escovilhões, permitem também a reutilização do solvente por períodos de tempo muito superiores ao conseguidos pela “tradicional” reutilização (exigindo menores espaços de armazenamento);
- No caso do doseamento de matérias primas em pó, a compra de produtos pré-pesados diminui grandemente as perdas no decorrer desta operação. Por outro lado, a instalação de equipamentos de recolha de poeiras, conduz à possibilidade de um reaproveitamento dessas matérias primas;
- Nas formulações de base aquosa de produtos menos exigentes, a adição de matérias primas em pó (pré-pesadas) pode fazer-se pela sua introdução directa na formulação com o respectivo saco de embalagem, desde que este seja solúvel em água. Desta forma é possível evitar tanto as perdas do pó que se dispersa na atmosfera durante o

doseamento, como o resíduo constituído pela embalagem e pelos restos de matéria prima que permanecem nessa embalagem após o seu esvaziamento. Obviamente, esta medida não poderá ser aplicada no fabrico de produtos destinados a acabamentos de qualidade, ou que detenham uma maior exigência na sua formulação;

- Os produtos rejeitados, resultantes de erros de formulação ou de devoluções ao fabricante, podem ser adicionados, em pequenas quantidades, no fabrico de formulações compatíveis, de forma a evitar a sua deposição como resíduo. Esta é uma medida que se aplica já na quase totalidade das unidades industriais deste sector;
- A aplicação de pás raspadoras nas cubas de formulação é uma medida, também já utilizada, que introduz poupanças significativas em produto final perdido, bem como na quantidade necessária do agente de limpeza utilizado. Mais implementada nos sistemas automatizados, esta medida consiste em raspar as paredes da cuba após o seu esvaziamento, por forma a diminuir a quantidade de produto que permanece aderente às paredes. Pela mesma razão, uma vez que a quantidade de produto a retirar das paredes da cuba é menor, a quantidade de agente de limpeza necessária para esta operação, é também inferior aos casos em que esta tecnologia não se encontra implementada;
- A limpeza de cubas é tanto mais facilitada quanto menor for o tempo que decorra entre o seu esvaziamento e a operação de limpeza. Se esta operação tiver lugar logo a seguir ao seu esvaziamento, a quantidade de agente de limpeza a utilizar será significativamente menor do que nos casos em que o remanescente da formulação já se encontra seco.

## 5.9 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE DIVERSAS MEDIDAS/TECNOLOGIAS

Tomando uma unidade industrial hipotética de tintas e produtos similares, que detenha uma produção de produtos de base solvente de 1500 m<sup>3</sup>/ano e de produtos de base aquosa de 1000 m<sup>3</sup>/ano, que funcione consoante o sistema convencional indicado em todas as medidas/tecnologias anteriormente descritas e que, num esforço para melhorar o seu sistema de fabrico, resolva proceder à implementação das seguintes medidas/tecnologias cumulativamente:

- gradação de formulações compatíveis;
- lavagem de cubas a alta pressão;
- substituição de cubas de ferro por cubas de aço inox polido;
- implementação de um destilador para regeneração do solvente de limpeza usado, com incorporação das lamas de destilação no fabrico de produtos menos exigentes;
- reutilização da água de lavagem, após tratamento em ETAR, com utilização de membranas de ultrafiltração;

nas condições especificadas em cada uma das medidas/tecnologias anteriormente descritas, conseguem-se os benefícios anuais explicitados nos Quadros 19 e 20.

**Quadro 19**

**Comparação Quantitativa Entre o Processo Convencional e o Processo Avançado por Implementação de Medidas/Tecnologias de Prevenção.** (para uma Produção Anual de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Solvente).

Factor de Avaliação	Processo Convencional	Processo Avançado	
		Valor	% Redução <sup>1</sup>
Volume de agente de limpeza gasto:			
- água	1 140 m <sup>3</sup> /ano	13 m <sup>3</sup> /ano	99%
- solvente	7 m <sup>3</sup> /ano	0,16 m <sup>3</sup> /ano	98%
Quantidade de Efluente/Resíduo produzido:			
- Efluente	1 140 m <sup>3</sup> /ano	134 m <sup>3</sup> /ano	88%
- Solvente sujo	7 m <sup>3</sup> /ano	0 m <sup>3</sup> /ano	100%
Quantidade de lama de ETAR produzida	23 t/ano	3 t/ano	87%

<sup>1</sup> Relativamente ao processo convencional.

## Quadro 20

**Avaliação Económica Comparativa Entre o Processo Convencional e o Processo Avançado por Implementação de Medidas/Tecnologias de Prevenção.** (para uma Produção Anual de 1000 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Aquosa e de 1500 m<sup>3</sup> de Produtos de Base Solvente).

Factor Económico Comparativo	Processo Convencional (\$-Escudos ou €-Euros/ano)		Processo Avançado (\$-Escudos ou €-Euros/ano)	
Custos Operacionais:				
Agente de limpeza:				
- Água (100\$/m <sup>3</sup> )	114 000 \$	(570 €)	1 300 \$	(7 €)
- Solvente (70\$/l)	602 000 \$	(3 010 €)	10 900 \$	(55 €)
Tratamento do efluente em ETAR ou do resíduo através de operador especializado:				
- Efluente	1 077 000 \$	(5 387 €)	597 400 \$	(2 987 €)
- solvente sujo (150\$/l)	1 290 000 \$	(6 450 €)	0 \$	(0 €)
Escoamento da lama de ETAR através de operador especializado (50\$/kg)	1 140 000 \$	(5 700 €)	157 500 \$	(788 €)
Total dos Custos Operacionais	4 223 000 \$	(21 115 €)	767 100 \$	(3 836 €)
Benefícios Espectáveis (P. Convencional-P. Avançado)			3 455 900 \$	(17 280 €)
Investimento			14 610 000 \$	(73 050 €)
Período de recuperação do Investimento				~2,5 anos

Deste modo, com a implementação cumulativa de diversas medidas/tecnologias de prevenção de resíduos, consegue-se que o investimento efectuado seja recuperado em cerca de dois anos e meio com um conjunto de benefícios muito significativos, nomeadamente ao nível do consumo das matérias primas e da gestão dos resíduos produzidos.

## BIBLIOGRAFIA

- Curso de Protecção Anticorrosiva por Pintura, LNETI, CFT/DCEAI nº 193.
- Eco Management Guide, Eurogabinete Coimbra/ Comissão de Coordenação da Região Centro, 1995.
- Estudos de Caracterização Ambiental realizados no âmbito dos Contratos de Adaptação Ambiental (CAA) celebrados entre o Ministério do Ambiente e as empresas aderentes associadas da Associação Portuguesa de Fabricantes de Tintas e Vernizes (APFTV) e a Associação da Indústria e Comércio das Colas e Similares (AICCS) em 6 de Fevereiro de 1998.
- Estudos Complementares relacionados com o Sistema Centralizado de Gestão de Resíduos – Actualização dos Quantitativos de Resíduos, Tecninvest, Estudo nº 1527, 1994.
- Estudo nº 1788 da Tecninvest, 1997.
- Guides to Pollution Prevention – The Paint Manufacturing Industry; EPA - US Environmental Protection Agency; Junho 1990.
- Legislação nacional e comunitária.
- Misev, T. A., Powder Coatings – Chemistry and Technology.
- Inquérito ao Mercado de Tintas e Vernizes, Auditforma – Auditoria, Gestão e Produtividade, Associação Portuguesa dos Fabricantes de Tintas e Vernizes, Março 1998.
- Planos de Adaptação Ambiental, realizados no âmbito dos CAA.
- Plano Estratégico dos Resíduos Industriais, Ministérios da Economia e do Ambiente, Lisboa, Junho 1999.

**LISTA GERAL DE ENTIDADES, INSTITUIÇÕES E ASSOCIAÇÕES NACIONAIS E  
SECTORIAIS**

- **Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território**  
<http://ambiente.gov.pt>
- **Direcção-Geral do Ambiente**  
<http://www.dga.min-amb.pt>
- **Instituto dos Resíduos**  
<http://www.inresiduos.pt>
- **Direcção-Geral da Indústria**  
<http://www.dgi.min-economia.pt>
- **POE – Programa Operacional da Economia**  
<http://www.poe.min-economia.pt>
- **INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial**  
<http://www.ineti.pt>
  
- **Associação Industrial Portuguesa**  
<http://www.aip.pt>
- **Associação de Empresários de Portugal**  
<http://www.aeportugal.pt>
- **Confederação da Indústria Portuguesa**  
Avenida 5 de Outubro 35, 1º  
1069 – 193 Lisboa  
Telef. 213 164 700
  
- **APFTV - Associação Portuguesa dos Fabricantes de Tintas e Vernizes**  
R. D. Filipa de Vilhena, 9, 2º Dto.  
1000 – 134 Lisboa  
Telef. 217 932 838 Fax 217 950 952  
[apftv@mail.telepac.pt](mailto:apftv@mail.telepac.pt)
- **AICCS – Associação da Indústria e Comércio de Colas e Similares**  
Av. Guerra Junqueiro, 8, 2º Esq.  
1000 Lisboa  
Telef. 218 494 502 Fax 218 494 502  
[apftv@mail.telepac.pt](mailto:apftv@mail.telepac.pt)

**SITES NA INTERNET QUE CONTÊM INFORMAÇÃO RELACIONADA COM O SECTOR  
DAS TINTAS, VERNIZES E COLAS**

- Environet Australia  
<http://www.environment.gov.au/portfolio/epg/environet>
- Joint Reserch Centre  
<http://eippcb.jrc.exe/Factivities.htm>
- National Centre for Clean Industrial and Treatment Technologies  
<http://cpas.mtu.edu/cencitt/>
- United Nations Environmental Programme Industrial and Environment  
<http://www.unepie.org/cp>
- US Environment Protection Agency - EPA  
<http://www.epa.gov>
- Enviro\$en\$e  
<http://es.epa.gov/techinfo/>

## EMPRESAS POTENCIAIS FORNECEDORAS DE EQUIPAMENTO

Ajotaqua - Tratamento de Efluentes Industriais, Lda  
Rua da Mainça 604 - Apartado 1104  
4466 S. Mamede de Infesta Codex  
Tel. : 22 902 43 65 Fax : 22 901 13 70  
E-mail : [ajot@ip.pt](mailto:ajot@ip.pt)

Alfalaval Portugal, Lda  
Av. Forte nº 12 Apartado 63  
2795 Carnaxide  
Tel. : 21 416 64 00 Fax 21 416 64 44

Aníbal Pires, Lda  
Estr. Nacional 1 - Mourisca Vouga  
Apartado 23  
3750 Trofa Águeda  
Tel. : 234 64 68 20 Fax : 234 64 68 14  
E-mail : [anibalpires@mail.telepac.pt](mailto:anibalpires@mail.telepac.pt)

ArLíquido, S.A.  
Rua Dr. António Loureiro Borges, nº 4 - 2º  
Arquiparque - Miraflores  
1495 Algés  
Tel. : 21416 49 00 Fax : 21 416 49 41

Artegalva - Indústria e Comércio, Lda  
Rua Central do Olival, 479  
4415 Olival VNG  
Tel. : 22 782 89 89 / 90 / 64 Fax : 22 782 34 92  
E-mail : [artegalva@mail.telepac.pt](mailto:artegalva@mail.telepac.pt)

A. Faria da Silva, Lda  
Tel. : 249 71 70 95 / 149

Branco Mágico  
Tel. : 21 983 95 30

Dunimex - Equipamentos Industriais, Lda  
Rua Cor. Marques Leitão, 13 A  
1700-124 Lisboa  
Tel. : 21 840 24 61 Fax : 21 840 24 77  
E-mail : [apereira.dunimex@netc.pt](mailto:apereira.dunimex@netc.pt)

Engiáqua - Eng.<sup>a</sup> da Água e Efluentes Industriais, Lda  
Av. Forças Armadas nº 30 r/c  
1600 Lisboa  
Tel. : 21 795 42 05 / 12 38 Fax : 21 793 83 91

Linde Sogás, Lda  
Av. Infante D. Henrique, Lt 21/24  
1800 Lisboa  
Tel. : 21 831 04 20

Lupex - Mecânica e Metalúrgica, Lda  
Estrada da Circunvalação - M.R.C. - r/c Dto  
Benfica  
1500 Lisboa  
Tel. : 21 760 24 34 / 764 81 93 Fax : 21 760 83 51

Máquina - Sistemas Ecológicos, Lda  
Est. de Albarraque  
Centro Empresarial de Sintra  
VI Armazém O  
Estoril - Capa Rota  
2710 Sintra  
Tel. : 21 924 02 00 Fax : 21 924 01 63

OH<sub>2</sub> - Águas, Técnica e Serviços, Lda  
Rua dos Soeiros, 307 A (À Estrada da luz)  
1500 Lisboa  
Tel. : 21 726 76 02 Fax : 21 726 79 51  
E-mail : [oh2@mail.telepac.pt](mailto:oh2@mail.telepac.pt)

ORM - Tecnologia e Ciência na Indústria, Lda  
Quinta Fonteireira, Lote 51 - Loja D  
2745 Belas  
Tel. : 21 432 52 96 Fax : 21 432 52 90  
E-mail : [orm@esoterica.pt](mailto:orm@esoterica.pt)

Quimitécnica  
Serviços Comércio e Indústria de Produtos Químicos, S.A.  
Rua 26 - Parque Industrial da Quimigal  
C. Postal 5106 - 2830 Barreiro  
Tel. : 21 206 91 00 Fax : 21 207 43 43  
E-mail : [quimitec@telepac.pt](mailto:quimitec@telepac.pt)

Setal Degrémont - Tratamento de Águas, Lda  
Urbanização Alto do Duque, Edifício Eça de Queiroz  
Rua General Ferreira Martins, nº 8 - 3º andar  
Miraflores 1495 Algés  
Tel. : 21 412 04 62 Fax : 21 410 99 40  
E-mail : [setal@mail.telepac.pt](mailto:setal@mail.telepac.pt)

Tecninox - Fábrica de Máquinas, Lda  
Rua Veloso Salgado, nº 152 / 220  
Apartado 3020  
Leça da Palmeira  
4456 Matosinhos Codex  
Tel. : 22 995 20 23 Fax : 22 995 20 48

Unidete  
Tel. : 21 255 34 41

Unisida - Processos Químicos, Lda  
Rua Frederico Ulrich, nº 2405  
4470 Maia  
Tel. : 22 914 06 55 Fax : 22 948 62 57  
E-mail : [unisida@esoterica.pt](mailto:unisida@esoterica.pt)

## NOTA SOBRE LEGISLAÇÃO

A classificação CER usada neste trabalho, é a actualmente em vigor, que foi adoptada pela Legislação Portuguesa através da Portaria 818/97 de 5 de Setembro, por transposição da Decisão 94/3/CE do Comissão da Comunidade Europeia de 20 de Dezembro de 1993.

Convém notar que, a nível da Comunidade Europeia, esta Decisão está a ser alvo de revisão, prevendo-se a entrada em vigor da nova Decisão em final de 2001.

É ainda de notar que existem vários diplomas que concedem benefícios fiscais, de que se destacam, para as empresas que realizem despesas em I&D (Decreto-Lei nº 292/97 de 22 de Outubro), e para as que invistam em equipamentos destinados a reduzir as suas emissões poluentes, tanto gasosas como líquidas ou sólidas (Decreto-Lei nº 477/99 de 9 de Novembro, rectificado através da Declaração de Rectificação 4-B/2000 de 31 de Janeiro, e regulamentado através do Despacho nº 2531/2000 de 1 de Fevereiro e pela Portaria nº 271-A/2000 de 18 de Maio).