

## **VII.9 SECTOR DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

### **VII.9.1 Indicadores industriais e distribuição geográfica**

Os Tratamentos de Superfície constituem uma actividade de carácter horizontal incluída nos diagramas de fabrico de muitos sectores da Indústria Transformadora. Têm, no entanto, especial relevância no sector da Metalurgia e Metalomecânica, constituindo, mesmo, a actividade principal de algumas das empresas nele incluídas, como é o caso das que executam uma ou mais actividades nas áreas da pintura, esmaltação, metalização, anodização, plastificação, galvanização, entre outras.

A actividade dos “Tratamentos de Superfície” corresponde, de acordo com a Classificação das Actividades Económicas, à CAE nº 28 510 e engloba cerca de 210 empresas (segundo dados recolhidos pelo Ministério do Trabalho e da Solidariedade, referentes a 1997). Ficam excluídas deste grupo as empresas do sector da Metalurgia e Metalomecânica que, apesar de efectuarem tratamentos de superfície, estes não constituem a sua actividade principal.

Parte das empresas do sector dos Tratamentos de Superfície são associadas da ANEMM (Associação Nacional das Empresas Metalúrgicas Metalomecânicas) que congrega 850 empresas, da AIMMAP (Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal) com 900 empresas associadas e ainda da APAL (Associação Portuguesa de Anodização e Lacagem), que representa 25 empresas. De acordo com dados do Ministério do Trabalho e da Solidariedade, relativos ao ano de 1997, o universo da Metalurgia e Metalomecânica é constituído por 8 125 empresas, englobando as 210 empresas que se dedicam exclusivamente à actividade dos Tratamentos de Superfície. As Associações do sector, quando consultadas sobre as discrepâncias entre os valores fornecidos pelo INE e pelo Ministério do Trabalho e da Solidariedade (MTS), consideram que os valores apresentados pelo INE não correspondem à realidade nacional, visto incluírem, provavelmente, muitas empresas que, embora, legalmente constituídas, não têm existência física no tecido produtivo. Deste modo, optou-se pelos dados do MTS, os quais, face às opiniões recolhidas, estarão mais próximos da realidade.

O número de trabalhadores do sector dos Tratamentos de Superfície para as 210 empresas consideradas, totaliza 3 515 efectivos (Ministério do Trabalho e da Solidariedade, 1997), verificando-se que cerca de 93% das empresas empregam menos de 50 trabalhadores.

Na Figura VII.9.1 ilustra-se a distribuição das empresas por escalão de pessoal ao serviço, na qual se constata que a grande maioria das empresas (60%) são de pequena dimensão, empregando até 9 trabalhadores. O escalão seguinte de maior incidência é o de 20-49 trabalhadores, com uma preponderância percentual inferior a 20% das empresas. De notar que não há registo de empresas de grande dimensão no sector, sendo as maiores, detentoras de menos de 499 efectivos. A distribuição percentual nos escalões 100-199 e 200-499 é igualmente muito reduzida, enquadrando cumulativamente menos de 5% do total de trabalhadores do sector.

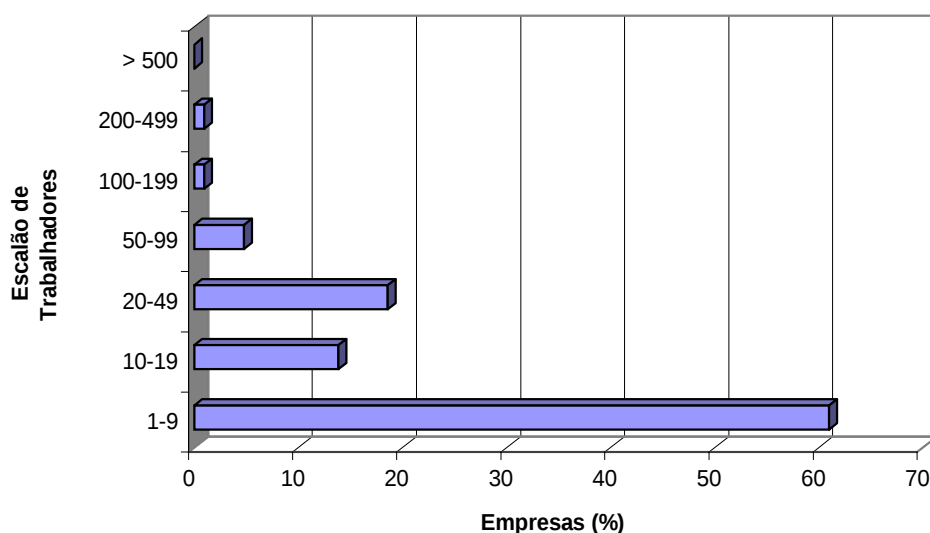


Figura VII.9.1 - Distribuição das empresas por escalão de pessoal ao serviço no sector dos Tratamentos de Superfície.

Na Figura VII.9.2 pode observar-se que o maior número de trabalhadores ao serviço se concentra em empresas situadas no escalão de 20-49 efectivos, ao qual corresponde cerca de 35% do total dos trabalhadores. Os segundos escalões onde há maior incidência de trabalhadores são os de 1-9 e de 50-99 trabalhadores, com uma distribuição percentual de 15% e 20%, respectivamente.

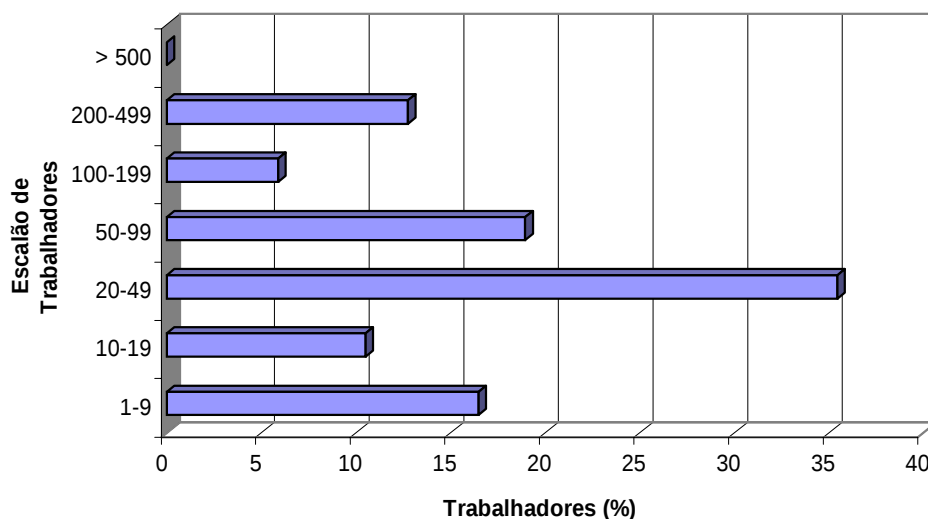


Figura VII.9.2 - Distribuição percentual dos trabalhadores por escalão de pessoal ao serviço no sector dos Tratamentos de Superfície.

As 210 empresas dedicadas exclusivamente aos Tratamentos de Superfície, encontram-se distribuídas geograficamente, conforme se apresenta na Figura VII.9.3 (Ministério do Trabalho e da Solidariedade, 1997).

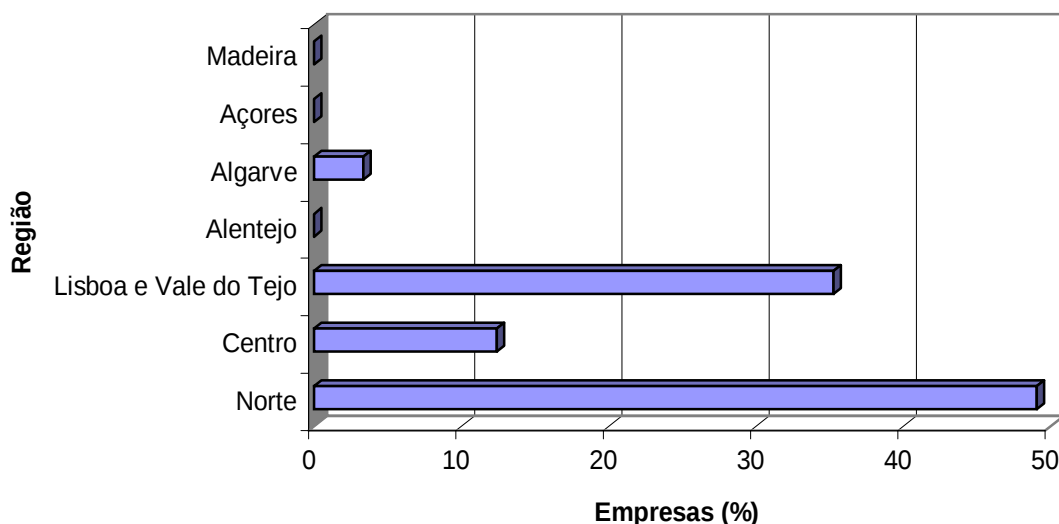


Figura VII.9.3 - Distribuição geográfica das empresas do sector dos Tratamentos de Superfície.

Deste modo, verifica-se, no que concerne à distribuição geográfica das empresas do sector dos Tratamentos de Superfície, não haver qualquer registo desta actividade em exclusivo nas regiões do Alentejo, da Madeira e dos Açores.

A região Norte é onde se localizam a maioria das empresas do sector, com 50% do total de empresas existentes, seguida da região de Lisboa e Vale do Tejo, com quase 35% das empresas. As regiões Centro e do Algarve são as regiões onde há menor preponderância deste tipo de indústria, contabilizando, em conjunto, menos de 20% do total de empresas existentes.

O volume de negócios realizado pelo sector dos Tratamentos de Superfície, de acordo com dados recolhidos pelo INE em 1997 (baseados num total de 260 empresas), monta a cerca de 29 milhões de contos. O volume de negócios realizado pelas empresas do sector naquele ano reporta, em cerca de 60%, às empresas localizadas na região de Lisboa e Vale do Tejo, como se pode observar na Figura VII.9.4, seguida pelas regiões Norte e Centro, com 25 e 10% respectivamente.

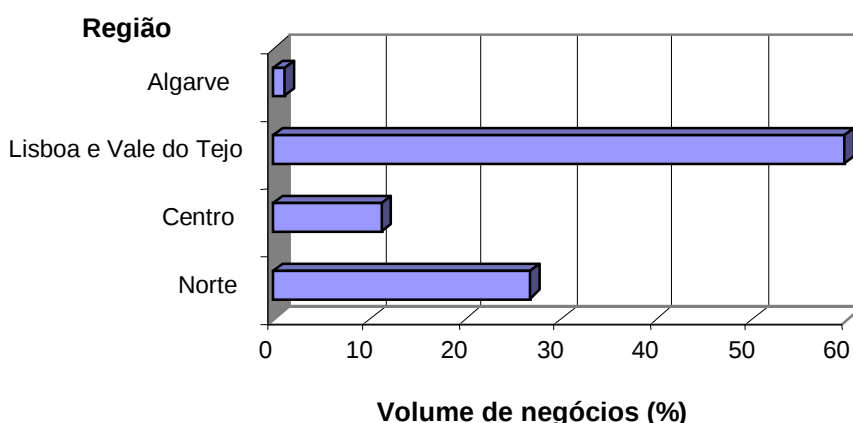


Figura VII.9.4 - Distribuição percentual do volume de negócios do sector dos Tratamentos de Superfície, por região.

Por outro lado, ao proceder-se ao mesmo tipo de análise, mas relativamente aos escalões de pessoal ao serviço, verifica-se (vd. Figura VII.9.5) que o maior volume de negócios ocorre nas empresas pertencentes ao escalão 20-49 trabalhadores, responsáveis por quase 40% do total de negócios do sector, seguido do das empresas incluídas nos escalões 50-99 e 1-9 trabalhadores.

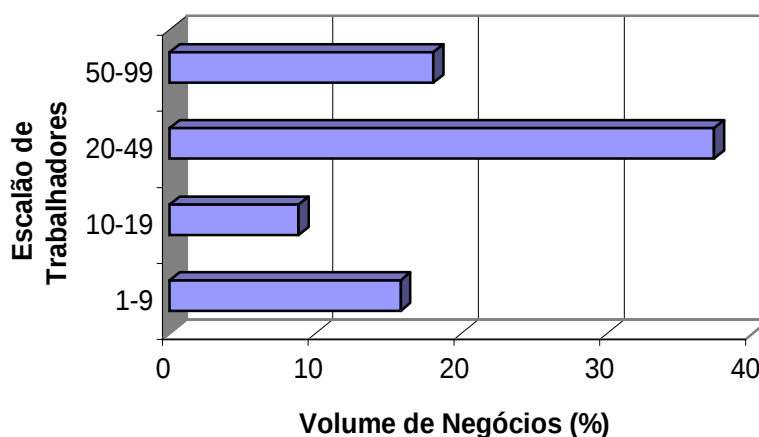


Figura VII.9.5 - Distribuição percentual do volume de negócios do sector dos Tratamentos de Superfície, por escalão de pessoal ao serviço.

### VII.9.2 Caracterização dos processos de fabrico

Globalmente, os processos dos tratamentos de superfície podem ser divididos em quatro grandes grupos: (1) Preparação de superfícies; (2) Revestimentos; (3) Tratamentos de conversão; e, (4) Transformações estruturais.

Na **Preparação das superfícies** são utilizados métodos mecânicos, químicos, electroquímicos ou mistos, sendo considerada uma operação obrigatória em todos os casos em que as peças sejam submetidas a qualquer tipo de tratamento posterior. São inúmeras e diversificadas as operações incluídas na preparação de superfícies, designadamente, quando se pretende remover camadas de sujidade, matéria orgânica ou óxidos metálicos, como, por exemplo, o desengorduramento ou a decapagem, de modo a melhorar o contacto e a adesão entre a superfície da peça e a camada de revestimento.

Nos **Revestimentos**, o material a depositar não reage quimicamente ou reage pouco com o material consituente da peça, o qual não sofre, por isso, modificações estruturais apreciáveis. Os revestimentos podem ser obtidos

por projecção de um material sólido por via térmica, por via mecânica, por imersão ou projecção de um material diluído num solvente, por via química, por via electrolítica ou por deposição física e química em fase vapor.

Nos **Tratamentos de conversão** há uma transformação físico-química da camada superficial da peça a tratar, podendo haver modificações estruturais ou não, conforme a conversão seja mais ou menos difusa. As camadas de conversão obtêm-se por via química e electroquímica, por tratamento termoquímico em meio sólido, líquido ou gasoso ou por imersão em meio fundido.

Nas **Transformações estruturais**, a peça sofre alterações estruturais à superfície, nomeadamente induzidas por tratamento mecânico, térmico, termoquímico, ou por implantação iónica.

Estes 4 grandes grupos em que se podem dividir os processos de Tratamentos de Superfície, podem ser esquematizados, mais em detalhe, conforme se apresenta na Figura VII.9.6.

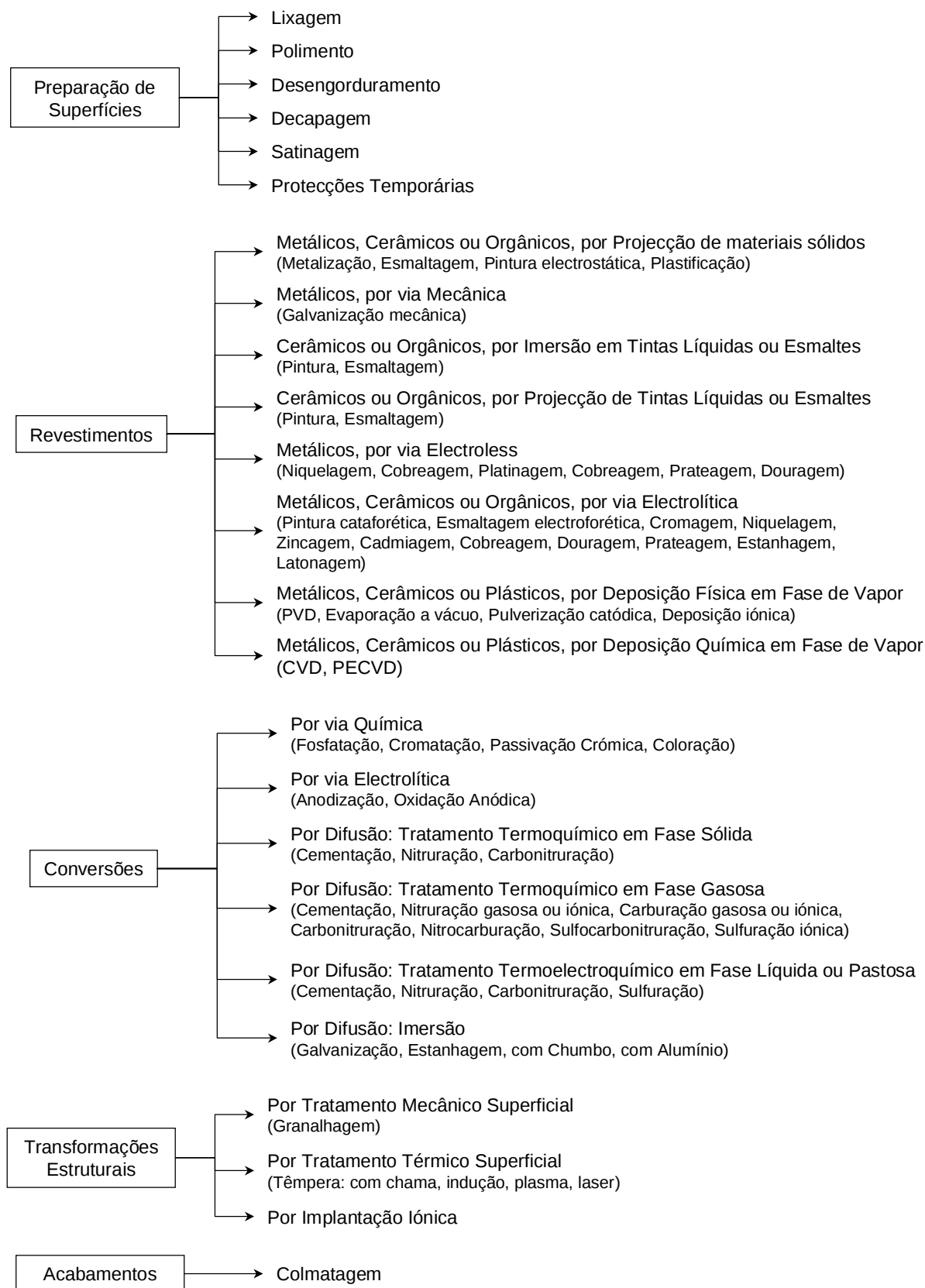


Figura VII.9.6 – Apresentação esquemática dos processos envolvidos nos Tratamentos de Superfície.

Dada a diversidade dos tratamentos, no âmbito deste documento, abordam-se somente alguns exemplos que se consideram como mais representativos e mais difundidos pelo sector. No Guia Técnico Sectorial, estes temas são abordados com maior profundidade.

## **Preparação de Superfícies**

### Desengorduramento:

Esta operação tem como objectivo remover toda a gordura ou óleo existente num dado material. Pode ser realizada através da utilização, quer de solventes orgânicos (clorados ou não) em fase líquida e em fase vapor, quer de soluções aquosas, contendo sais, produtos molhantes e aditivos. Os sistemas orgânicos podem trabalhar em circuito fechado com regeneração do solvente. Os sistemas de desengorduramento em fase aquosa são geradores de grandes quantidades de resíduos líquidos carregados de contaminantes minerais e orgânicos, embora susceptíveis de reutilização, após tratamento e separação dos constituintes indesejáveis. O desengorduramento precede obrigatoriamente a decapagem ácida ou alcalina.

### Decapagem:

A decapagem visa eliminar as camadas de óxidos presentes na superfície do material, de modo a que o revestimento posterior se faça em perfeitas condições de aderência e homogeneidade. Pode efectuar-se por via mecânica (por jacto de areia ou grenalha), por via electroquímica (catódica, anódica e por corrente alterna) ou por via química, a mais vulgarizada. A decapagem por acção química é, usualmente, utilizada no aço e no cobre, recorrendo-se aos ácidos sulfúrico, clorídrico ou nítrico. A decapagem do alumínio é realizada em meio alcalino com soda cáustica. A *acetinagem* (ou **satinagem**) é um tipo de decapagem química com soda, aplicada ao alumínio com finalidades estéticas, visando eliminar defeitos de extrusão ou de laminagem ou para conferir às peças um aspecto mate. As operações de decapagem são responsáveis por grande parte das lamas e dos resíduos líquidos (ácidos e alcalinos) gerados nos processos de tratamentos de superfície.

## Revestimentos

### Por imersão em tintas líquidas ou esmaltes

O material do revestimento pode ser cerâmico ou orgânico, diluído num solvente (aquoso ou orgânico), depositando-se sobre a peça em imersão. O solvente é posteriormente evaporado por via térmica, formando-se a camada definitiva. Encontram-se neste caso, a *Esmaltagem* e a *Pintura com tinta líquida por imersão*.

### Por projecção de tintas líquidas ou esmaltes

O material do revestimento, após diluído num solvente orgânico ou em água, é pulverizado sobre a peça. Esta é (eventualmente) em seguida aquecida ou exposta ao ar, o que conduz à evaporação do solvente e à formação do filme. A camada formada pode ser orgânica ou cerâmica. São exemplos de aplicação desta técnica, a *Esmaltagem* e a *Pintura com tintas líquidas por pulverização*.

### Por via electrolítica

O material do revestimento está inicialmente na forma iónica no electrólito. Provoca-se uma reacção electroquímica, assegurada por um circuito exterior à superfície da peça, a qual funciona como cátodo, envolvendo a troca de electrões quando o material se deposita sobre a peça. A camada formada pode ser metálica, cerâmica ou orgânica. Como exemplos podem referir-se a *Cadmiagem*, a *Cobreagem*, a *Douragem*, a *Estanhagem*, a *Latonagem*, a *Prateagem*, a *Zincagem* e a *Niquelagem*.

## Conversão

### Por via química

Ao contactar com uma solução quimicamente agressiva, a peça é atacada. O produto resultante forma sobre a peça uma camada protectora de conversão. A solução agressiva pode conter fosfatos, cromatos, ou outros sais, ou ácidos. Como exemplos de conversões, tem-se a *Coloração*, a *Cromatação*, a *Fosfatação* e a *Passivação Crómica*.

### Por via electrolítica

As peças, neste caso, funcionam como o ânodo de uma célula electroquímica, oxidando-se superficialmente durante a passagem de corrente. O electrólito participa na reacção, dando origem a um óxido ou um hidróxido do metal sobre a superfície, dissolvendo-se, simultaneamente, metal da peça no banho. Incluem-se, neste grupo, a *Anodização* e a *Oxidação Anódica*.

### Por tratamento termoquímico

Dependendo do tipo de processo, a peça é posta em contacto com meios de diferente natureza: gasoso, iónico ou salino, que contêm o(s) elemento(s) a difundir. Sob o efeito da energia resultante de aquecimento e/ou de estados plasmáticos, dá-se a reacção com o substrato, formando-se por difusão uma camada de compostos cerâmicos (ex. nitretos, carbonetos) de espessura reduzida, mas com elevada dureza.

## **VII.9.3 Resíduos Industriais**

### **VII.9.3.1 Análise global dos resíduos do sector e da sua gestão actual**

O sector dos Tratamentos de Superfície é um sector fortemente gerador de resíduos, dadas as características dos seus diversos processos produtivos. O facto destes processos envolverem, na sua grande maioria, a utilização de banhos concentrados (de desengorduramento, de deposição e outros), as subsequentes operações de escorrimento, bem como a necessidade de praticar um elevado número de lavagens entre etapas, dá origem a importantes quantidades de resíduos e a efluentes líquidos, contendo óleos, gorduras, metais pesados dissolvidos, aditivos vários (minerais e orgânicos), ácidos, bases, cianetos e outros, podendo originar ainda lamas contendo metais pesados.

No caso de existirem tratamentos de fim de linha, são geradas nas ETAR's elevadas quantidades de lamas do tipo coloidal, de difícil desidratação, concentrando a maior parte da poluição resultante do processo.

Por outro lado, o facto dos tratamentos se efectuarem, ainda, frequentemente, com o recurso à utilização de compostos nocivos, como sejam os solventes halogenados nas operações de desengorduramento e os compostos à base de crómio ou de cianetos nos banhos de deposição, faz com que muitos dos efluentes e resíduos produzidos neste sector tenham características de elevada perigosidade.

Acresce o facto da grande maioria das empresas serem de pequena dimensão, o que configura uma dispersão desses resíduos e, portanto, uma gestão mais problemática, com as consequentes implicações económicas e ambientais.

Em termos qualitativos, os resíduos industriais podem classificar-se em três grandes grupos:

Resíduos sólidos – resultantes, essencialmente, de operações de tratamento mecânico, como o polimento, a lixagem, a decapagem mecânica e da pulverização de materiais sólidos (pintura e esmaltagem). Referem-se na sua grande maioria a poeiras constituídas por partículas metálicas, cerâmicas ou orgânicas. São resíduos não-perigosos, alguns deles passíveis de reciclagem e/ou recuperação, sendo, no entanto a deposição em aterro, o destino final mais comum.

Resíduos líquidos – provenientes dos tratamentos químicos e electroquímicos, englobam os banhos concentrados e os banhos de escorrimento. São, normalmente, resíduos líquidos fortemente agressivos, constituídos por ácidos ou bases fortes, podendo, ainda, conter compostos de maior ou menor nocividade, como sejam óleos e gorduras, diversos metais (incluindo o crómio), cianetos, solventes, etc.. Alguns são classificados, segundo o CER (Catálogo Europeu de Resíduos – Portaria nº 818/97, de 5 de Setembro), como *Resíduos Perigosos*.

Alguns destes banhos apresentam elevados potenciais de recirculação, como sejam os banhos de desengorduramento. O destino final mais usual dos banhos concentrados (cerca de 90%) é o tratamento em ETAR, resultando daí a produção de lamas. Quando não existe ETAR, estes resíduos são normalmente canalizados para operadores de resíduos industriais licenciados, para tratamento posterior em unidades próprias, geralmente,

fora do País (nomeadamente no caso dos perigosos). As águas de lavagem associadas às diversas etapas dos Tratamentos de Superfície geram elevadas quantidades de águas residuais, que não são contabilizadas como resíduos.

Resíduos semi-sólidos ou pastosos – resultam, principalmente, das lamas formadas em algumas operações de preparação das superfícies (fosfatação, satinagem e outras), nos diversos tratamentos (incluindo em ETAR, podendo ou não, segundo o CER, encontrar-se na lista dos resíduos considerados como *Perigosos*. São os resíduos produzidos em maior quantidade, tendo como destino final mais habitual a deposição em aterro controlado, também, geralmente fora do País (através do recurso a operadores de resíduos industriais licenciados).

Dadas as particularidades do sector dos Tratamentos de Superfície e, também, devido à falta de dados quantitativos no que respeita à produção de resíduos, tornou-se difícil fazer a sua caracterização rigorosa.

Como consequência da impossibilidade de caracterização quantitativa da totalidade de resíduos gerados pelo sector, foram aqui identificados todos os resíduos produzidos para os quais se obtiveram quantitativos, sendo apresentados no Quadro VII.9.1. os valores totais obtidos. A correlação entre os resíduos e os processos que os geram encontra-se explicitada no Quadro VII.9.2, o qual contém ainda, para cada resíduo, a respectiva classificação segundo o CER, bem como a indicação da sua perigosidade.

Quadro VII.9.1 - Quantificação global dos resíduos produzidos pela actividade de tratamentos de superfície nos sectores da Metalurgia e Metalomecânica e dos Tratamentos de Superfície.

|              | Perigosos (t) |            |       | Não-Perigosos (t) |            |        | Total (t) |
|--------------|---------------|------------|-------|-------------------|------------|--------|-----------|
|              | Trat. Superf. | Metalos m. | Total | Trat. Superf.     | Metalos m. | Total  |           |
| Líquidos     | 890           | 1330       | 2220  | 5034              | 5350       | 10384  | 12604     |
| Sólidos      | --            | 3527       | 3527  | 9102              | 142889     | 151991 | 155518    |
| <b>Total</b> | 890           | 4857       | 5747  | 14136             | 148239     | 162375 | 168122    |

Para apresentação de todos os valores nas mesmas unidades, efectuaram-se as conversões admitindo uma densidade de 1.

De entre um total de 210 empresas existentes no sector, de acordo com dados de 1997 do Ministério do Trabalho e da Solidariedade, a amostra para a caracterização das quantidades de resíduos produzidas foi constituída pelas empresas que responderam aos questionários enviados, pelas empresas que preencheram os mapas de registo de resíduos e por aquelas que foram visitadas.

Procedeu-se à extrapolação da quantidade de resíduos produzidos pelas empresas da amostra para a totalidade das empresas do sector, partindo dos seguintes pressupostos:

- Equivalência na produção de resíduos em processos de fabrico semelhantes;
- Existência de uma relação directa entre o número de trabalhadores e a quantidade de resíduos produzida por processos de fabrico semelhantes em unidades industriais pertencentes ao mesmo escalão de pessoal ao serviço;

Como se referiu, os dados utilizados nesta extrapolação podem considerar-se escassos face à dimensão do sector. Obtiveram-se apenas valores para os processos mais significativos, ainda assim com uma percentagem de erro potencial apreciável. Contudo, apesar de algumas discrepâncias observadas pensa-se que, relativamente aos processos analisados, os valores obtidos possam traduzir um bom indicador das quantidades totais de resíduos produzidas pelo sector dos Tratamentos de Superfície.

Em 1998 foram gerados cerca de 155 500 t de resíduos sólidos, aproximadamente 9100 t no sector dos Tratamentos de Superfície (95% lamas de ETAR) e cerca de 146 400 t nas empresas do sector da Metalurgia e Metalomecânica. Apenas cerca de 6% deste quantitativo são lamas de ETAR, sendo os restantes resíduos sólidos gerados pelo próprio processo. É de salientar que os dados referentes aos resíduos provenientes da actividade de Tratamentos de Superfície dentro do sector da Metalurgia e Metalomecânica, além de descritos no Guia Sectorial dos Tratamentos de Superfície, são também tratados no Guia Sectorial da Metalurgia e Metalomecânica.

De entre os resíduos líquidos classificados como *Perigosos* (ao abrigo da Portaria nº 818/97), os resíduos de crómio são predominantes, totalizando 734 m<sup>3</sup>/ano no próprio sector Tratamentos de Superfície, e 1 198 m<sup>3</sup>/ano no sector da Metalurgia e Metalomecânica (1932 m<sup>3</sup>/ano no total). Os resíduos contendo cianetos correspondem a 156 e 63 m<sup>3</sup>/ano, respectivamente, num total de 219 m<sup>3</sup>/ano. Salienta-se o facto dos cianetos terem vindo a ser progressivamente substituídos nos últimos anos, enquanto que tal tendência não se verifica com o crómio, particularmente na cromagem dura, onde não existem substitutos aceitáveis pela indústria em termos de preço e eficácia. Tal não se verifica na cromagem decorativa, onde já se observa uma tendência para a substituição do crómio VI pelo crómio III.

Em termos globais, a maior quantidade dos resíduos não perigosos é constituída por resíduos líquidos provenientes dos banhos de desengorduramento, logo seguida pelos banhos concentrados sem crómio e sem cianetos.

De entre os resíduos sólidos e semi-sólidos, verifica-se que a maior produção respeita, como seria de esperar, às lamas de ETAR, seguida dos pós da metalização e da tinta em pó das lacagens. Ainda, no que se refere à produção de lamas de ETAR, os processos mais contributivos são, sem dúvida, as anodizações e as lacagens de alumínio.

#### **VII.9.3.2 Classificação e quantificação dos resíduos**

No Quadro VII.9.2 apresentam-se os valores de resíduos produzidos, extrapolados para o sector dos Tratamentos de Superfície, segundo a sua origem e classificação CER, estando hierarquizados de acordo com o nível de perigosidade e a quantidade anual produzida. No Quadro VII.9.3 estimam-se as quantidades de resíduos produzidas anualmente pela actividade de tratamentos de superfície, tanto no sector de Tratamentos de Superfície como no sector de Metalurgia e Metalomecânica, de acordo com a classificação CER.

Quadro VII.9.2 - Quantificação e hierarquização dos resíduos produzidos por processo, segundo a sua perigosidade e quantidade produzidas.

| Resíduos Produzidos                                | Origem                   | CER      | Perigosidade | Quantidade Anual Produzida |
|----------------------------------------------------|--------------------------|----------|--------------|----------------------------|
| Resíduos Líquidos com crómio e sem cianetos        | Cromagem/Niquelagem      | 11 01 03 | Perigoso     | 709 (m³)                   |
|                                                    | Zincagem não-cianurada   |          |              | 11 (m³)                    |
|                                                    | Zincagem cianurada       |          |              | 11 (m³)                    |
|                                                    | Lacagem de alumínios     |          |              | 3 (m³)                     |
| Total                                              |                          |          |              | 734 (m³)                   |
| Resíduos Líquidos sem crómio e com cianetos        | Zincagem cianurada       | 11 01 01 | Perigoso     | 65 (m³)                    |
|                                                    | Cobreagem cianurada      |          |              | 52 (m³)                    |
|                                                    | Latonagem                |          |              | 39 (m³)                    |
| Total                                              |                          |          |              | 156 (m³)                   |
| Lamas de ETAR                                      | Lacagem de alumínios (*) | 19 08 04 | Não-Perigoso | 5 913 (ton)                |
|                                                    | Anodização (*)           |          |              | 1 796 (ton)                |
|                                                    | Cromagem/Niquelagem      |          |              | 363 (ton)                  |
|                                                    | Zincagem cianurada       |          |              | 287 (ton)                  |
|                                                    | Latonagem                |          |              | 140 (ton)                  |
|                                                    | Cobreagem cianurada      |          |              | 127 (ton)                  |
|                                                    | Zincagem não-cianurada   |          |              | 40 (ton)                   |
|                                                    | Cobreagem não-cianurada  |          |              | 13 (ton)                   |
|                                                    | Douragem                 |          |              | 7 (ton)                    |
| Total                                              |                          |          |              | 8 686 (ton)                |
| Desengorduramento ácido, alcalino ou electrolítico | Cromagem/Niquelagem      | 11 01 04 | Não-Perigoso | 1 580 (m³)                 |
|                                                    | Zincagem não-cianurada   |          |              | 590 (m³)                   |
|                                                    | Zincagem cianurada       |          |              | 453 (m³)                   |
|                                                    | Cobreagem cianurada      |          |              | 257 (m³)                   |
|                                                    | Cobreagem não-cianurada  |          |              | 253 (m³)                   |
|                                                    | Latonagem                |          |              | 215 (m³)                   |
|                                                    | Douragem                 |          |              | 12(m³)                     |
| Total                                              |                          |          |              | 3 360 (m³)                 |
| Resíduos Líquidos sem crómio e sem cianetos        | Cromagem/Niquelagem      | 11 01 04 | Não-Perigoso | 770 (m³)                   |
|                                                    | Lacagem de alumínios     |          |              | 432 (m³)                   |
|                                                    | Zincagem não-cianurada   |          |              | 187 (m³)                   |
|                                                    | Anodização               |          |              | 136 (m³)                   |
|                                                    | Zincagem cianurada       |          |              | 65 (m³)                    |
|                                                    | Cobreagem não-cianurada  |          |              | 50 (m³)                    |
|                                                    | Latonagem                |          |              | 31 (m³)                    |
|                                                    | Douragem                 |          |              | 3 (m³)                     |
| Total                                              |                          |          |              | 1 674 (m³)                 |
| Pó de Zinco                                        | Metalização              | 11 04 01 | Não-Perigoso | 252 (ton)                  |
| Tinta em pó                                        | Lacagem de alumínios     | 08 01 04 | Não-Perigoso | 138 (ton)                  |
| Granalha                                           | Decapagem mecânica       | 12 02 01 | Não-Perigoso | 23 (ton)                   |
| Lamas de Polimento                                 | Polimento mecânico       | 12 02 03 | Não-Perigoso | 3 (ton)                    |
| Poliamida 12                                       | Plastificação            | 08 02 01 | Não-Perigoso | <1 (ton)                   |
| Polietileno                                        | Plastificação            | 08 02 01 | Não-Perigoso | <1 (ton)                   |

(\*) A Associação Portuguesa de Anodização e Lacagem (APAL) estimou em 15 000 t as lamas geradas em Portugal no ano de 1999.

Quadro VII.9.3 - Quantificação dos Resíduos Gerados em Actividades dos Tratamentos de Superfície (nos sectores do Tratamentos de Superfície e Metalurgia e Metalomecânica).

| Resíduo                                                                                 | CER    | Tratamentos de Superfície |       | Metalurgia e Metalomecânica |         | Total  |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|-------|-----------------------------|---------|--------|---------|
|                                                                                         |        | m³/ano                    | t/ano | m³/ano                      | t/ano   | m³/ano | t/ano   |
| Resíduos do fabrico, formulação, distribuição e utilização (FFDU) de tintas e vernizes: | 080100 |                           |       |                             |         |        |         |
| Resíduos de tintas e vernizes contendo solventes                                        | 080101 |                           |       |                             | 64      |        | 64      |
| Resíduos de tintas e vernizes sem solventes                                             | 080102 |                           |       |                             | 9       |        | 9       |
| Tintas em pó                                                                            | 080104 |                           | 138   |                             | 53      |        | 191     |
| Tintas e vernizes endurecidos                                                           | 080105 |                           |       |                             | 57      |        | 57      |
| Lamas aquosas contendo tintas e vernizes                                                | 080108 |                           |       |                             | 25      |        | 25      |
| Outros resíduos não especificados                                                       | 080199 |                           |       | 61                          |         | 61     |         |
| Res. Líq. e lamas do tratamento e do revestimento de metais                             | 110100 |                           |       |                             |         |        |         |
| Resíduos cianurados alcalinos contendo metais excepto o crómio                          | 110101 | 156                       |       | 63                          |         | 219    |         |
| Resíduos isentos de cianetos e contendo crómio                                          | 110103 | 734                       |       | 1 198                       |         | 1 932  |         |
| Resíduos isentos de cianetos e sem crómio                                               | 110104 | 5 034                     |       | 5 289                       |         | 10 323 |         |
| Ácidos não anteriormente especificados                                                  | 110106 |                           |       | 69                          |         | 69     |         |
| Lamas de fosfatação                                                                     | 110108 |                           |       |                             | 1 145   |        | 1 145   |
| Lamas e sólidos de processos de têmpera                                                 | 110300 |                           |       |                             |         |        |         |
| Resíduos contendo cianetos                                                              | 110301 |                           |       |                             | 2 088   |        | 2 088   |
| Outros resíduos                                                                         | 110302 |                           |       |                             | 214     |        | 214     |
| Outros res. inorgânicos contendo metais não especificados                               | 110400 |                           |       |                             |         |        |         |
| Outros resíduos inorgânicos contendo metais não especificados                           | 110401 |                           | 252   |                             | 633     |        | 885     |
| Resíduos de processos de tratamento mecânico de superfície                              | 120200 |                           |       |                             |         |        |         |
| Granalha usada                                                                          | 120201 |                           | 23    |                             | 103 281 |        | 103 304 |
| Lamas de rectificação e lixagem                                                         | 120202 |                           |       |                             | 174     |        | 174     |
| Lamas de polimento                                                                      | 120203 |                           | 3     |                             | 16 511  |        | 16 514  |
| Outros resíduos não especificados                                                       | 120299 |                           |       |                             | 12 984  |        | 12 984  |
| Res. de desgorduramento de metais e manutenção de equip.                                | 140100 |                           |       |                             |         |        |         |
| Outros solventes e misturas de solventes                                                | 140102 |                           |       |                             | 4       |        | 4       |
| Lamas ou resíduos sólidos com solventes                                                 | 140106 |                           |       |                             | 3       |        | 3       |
| Resíduos de ETAR não especificados                                                      | 190800 |                           |       |                             |         |        |         |
| Lamas do tratamento de águas residuais industriais                                      | 190804 |                           | 8686  |                             | 9171    |        | 17857   |

#### **VII.9.4 Potencial de prevenção no sector**

As características dos resíduos gerados pelo sector dos Tratamentos de Superfície proporcionam a aplicação de um vasto conjunto de medidas e de tecnologias aos processos de tratamento, permitindo a redução, não só da quantidade, mas, também, da perigosidade dos resíduos provenientes de cada operação.

Em termos de resíduos líquidos, é possível actuar ao nível da sua redução, e ao nível da sua reutilização, com a consequente redução do consumo de matérias primas e de água. É necessário ter em conta que as águas residuais provenientes das lavagens associadas aos vários Tratamentos de Superfície apresentam um elevado potencial de prevenção. Nomeadamente, no caso das lavagens intermédias estáticas, que se situam entre os banhos electrolíticos ou químicos de longa duração, uma das tecnologias existentes consiste em fazer passar a água por sistemas de separação/purificação, eliminando as impurezas e recirculando a água para o banho de tratamento anterior, afim de repor o seu volume. Consegue-se, assim a redução dos consumos de água, a recuperação de matérias primas e ainda a redução significativa do volume de efluente, com a consequente redução no volume de lamas gerado na ETAR.

As lavagens em cascata e em contracorrente podem, também, permitir uma redução do consumo de água e, em consequência do efluente líquido formado, mantendo-se a mesma eficiência de lavagem, comparativamente às lavagens simples.

No caso dos banhos de desengorduramento químico, é possível a sua recirculação após a passagem por um sistema de membranas em que os óleos e as gorduras e outras impurezas ficam retidas, retornando à tina a solução com os aditivos. Neste caso, uma vez que se prolonga a vida do banho, consegue-se diminuir o consumo de reagentes, bem como o volume de efluente gerado, ou no caso de existir ETAR, diminuir a quantidade de lamas.

Através de visitas efectuadas às empresas, bem como das respostas aos questionários enviados, verificou-se que as medidas de prevenção mais utilizadas, ou pelo menos, aquelas para as quais os industriais estão mais

sensibilizados, são a utilização de sistemas de lavagem em cascata e em contracorrente, como substituição das lavagens simples. Verificou-se ainda a preocupação de algumas empresas na substituição de banhos cianetados por banhos não cianetados, nomeadamente, no caso das zincagens e cobreagens.

No caso das tecnologias, as unidades de permuta iónica são as mais utilizadas, tanto para a reutilização de águas de lavagem entre banhos de tratamento, como para a produção de água desmineralizada.

Existe uma perspectiva optimista da implementação a médio prazo de algumas dessas medidas/tecnologias, nomeadamente, no que respeita à optimização das lavagens e à utilização de sistemas de membranas e de resinas de permuta iónica para recirculação de banhos ou águas. Note-se, no entanto, que o facto de a maioria das empresas deste sector terem captações próprias de água, permitindo-lhes a sua utilização a um custo bastante reduzido, origina que o industrial tenha uma menor sensibilidade em relação às medidas/tecnologias objectivadas para a redução do seu consumo.

Quanto às restantes tecnologias de prevenção passíveis de serem aplicadas aos processos de tratamentos de superfície, apesar de já aplicadas com sucesso noutros países, não têm um impacte tão positivo junto do industrial, uma vez que ao exigirem um investimento mais elevado terão um período de retorno mais longo, dada a pequena dimensão da maioria das empresas.

Deste modo, pode concluir-se que o sector Tratamentos de Superfície apresenta um elevado potencial de prevenção baseado no vasto conjunto de medidas/tecnologias de prevenção existente com aplicabilidade a curto ou médio prazo. Os benefícios associados à implementação dessas medidas/tecnologias são, por vezes, bastante significativos a nível da redução, quer dos resíduos gerados, quer dos consumos de matérias-primas e de água.

No Guia Técnico Sectorial todos os temas são abordados em maior profundidade, incluindo a análise da viabilidade técnico-económica para muitas das soluções técnicas aqui referidas.