

# GUIA DE APOIO A INSPEÇÕES AO SETOR DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES



**António Leitão  
Helena Cachucho**

**Dezembro de 2017**

**ÍNDICE**

---

<b>Índice</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Enquadramento do setor</b> .....	<b>4</b>
2.1. Licenciamento .....	4
2.2. Processos e atividades.....	5
2.3. Determinação/avaliação do enquadramento/capacidade instalada PCIP.....	7
<b>3. Aspetos ambientais relevantes associados ao setor do tratamento de superfícies</b> .....	<b>9</b>
3.1. Águas de consumo .....	9
3.2. Utilização de produtos químicos.....	9
3.3. Efluentes líquidos .....	10
3.4. Emissões atmosféricas .....	11
3.5. Utilização de energia.....	13
3.6. Produção de resíduos.....	13
3.7. Ruído .....	15
<b>4. Verificação física e documentação relevante</b> .....	<b>16</b>
<b>5. Bibliografia</b> .....	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

---

O presente guia de apoio a inspeções ao setor de tratamento de superfícies (GAITS) pretende ser uma ferramenta de apoio aos inspetores da Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT) na preparação, realização e relato de ações de inspeção ambiental a empresas que se dedicam a esta atividade, em especial as que desenvolvem a atividade 2.6 (tratamento de superfície de metais ou matérias plásticas que utilizem um processo eletrolítico ou químico, quando o volume das cubas utilizadas no tratamento realizado for superior a 30 m<sup>3</sup>) do Anexo I do Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto (Regime de Emissões Industriais – REI).

Este setor de atividade é de extrema importância industrial e económica tendo em conta que se destina ao embelezamento e/ou prolongamento da vida útil dos metais e plásticos, mas igualmente de elevada preocupação ambiental, em que os principais impactes ambientais estão relacionados com o consumo de energia e de água, o consumo de matérias-primas, os efluentes líquidos, os resíduos perigosos e as condições do local de implantação quando da desativação da atividade industrial.

A metodologia de realização das inspeções ambientais compreende quatro fases: preparação, inspeção *in situ*, reporte da informação (relatório) e seguimento.

Desta forma, os capítulos dedicados ao enquadramento do setor e aos aspetos ambientais relevantes associados ao setor do tratamento de superfícies (STS) contribuirão para a preparação da ação de inspeção, e o capítulo sobre a Verificação física e documentação relevante poderá auxiliar na condução da verificação *in situ* e recolha de elementos essenciais para a elaboração do relatório de inspeção.

O GAITS surge na sequência, e como complemento, de outros documentos já elaborados na Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT), designadamente sobre *Metalomecânicas* (Matias e Santana, 2004), *Contributos para a melhoria do desempenho ambiental das empresas de tratamento de superfícies metálicas* (Laranjeira e Valadares, 2015) e *Guia de Apoio às Inspeções Ambientais* (Falcão e Ferreira, 2016).

## 2. ENQUADRAMENTO DO SETOR

---

O setor do tratamento de superfícies (STS) corresponde genericamente às empresas que desenvolvem a atividade associada ao CAE (Rev. 3) 25610 – Tratamento e revestimento de metais, que compreende a metalização, esmaltagem, anodização, galvanização, polimento, endurecimento, gravação, desbarbamento, decapagem, limpeza, plastificação, lacagem, coloração, tratamento térmico e outros tratamentos similares dos metais, efetuados geralmente em regime de subcontratação ou à tarefa.

### 2.1. Licenciamento

Sendo esta CAE identificada no Anexo I do Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2015, de 11 de maio, o licenciamento industrial deve ser efetuado em conformidade com Sistema de Indústria Responsável (SIR).

Resumidamente, o SIR distingue os estabelecimentos industriais em três tipos:

- Tipo 1: estabelecimentos sujeitos aos regimes jurídicos de avaliação de impacte ambiental (AIA), Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP), Prevenção de Acidentes Graves (SEVESO), realização de Operações de Gestão de Resíduos (OGR), ou atividades que careçam de atribuição de número de controlo veterinário ou número de identificação individual;
- Tipo 2: estabelecimentos não classificados no tipo 1, mas sujeitos ao regime do Comércio Europeu de Licenças de Emissão de gases com efeito de estufa (CELE) ou com necessidade de obtenção de alvará para realização de operações de gestão de resíduos que dispense vistoria prévia;
- Tipo 3: os restantes estabelecimentos industriais não abrangidos pelo tipo 1 ou tipo 2.

Assim um estabelecimento com o CAE 25610 poderá ser do tipo 1, tipo 2 ou tipo 3, conforme a sua dimensão ou processos desenvolvidos, que dará origem a procedimentos de licenciamento industrial distintos: procedimento com vistoria prévia para estabelecimentos do tipo 1, procedimento sem vistoria prévia para estabelecimentos do tipo 2 ou mera comunicação prévia para estabelecimentos do tipo 3.

A entidade coordenadora do procedimento de licenciamento para estabelecimentos do tipo 1 e tipo 2 é a Agência para a Competitividade e Inovação (IAPMEI) ou a Entidade Gestora de Zonas Empresariais Responsáveis (ZER), e as Câmaras Municipais ou Entidades Gestoras de ZER (que são áreas territorialmente delimitadas e dotadas de infraestruturas pré-licenciadas, administradas por uma sociedade gestora).

A tramitação do procedimento de licenciamento de um estabelecimento industrial efetua-se por via eletrónica através do “Balcão do empreendedor”.

Para um estabelecimento industrial enquadrado no regime de procedimento com vistoria prévia (tipo 1) a entidade coordenadora numa 1.ª fase (fase de instalação) emite título digital de

instalação e após realização da vistoria emite título digital de exploração, o qual habilita a exercer a atividade e a explorar o estabelecimento.

Para um estabelecimento industrial enquadrado no regime de procedimento sem vistoria prévia (tipo 2) a entidade coordenadora emite título digital de instalação e exploração, que habilita a exercer a atividade e a explorar o estabelecimento.

A exploração de um estabelecimento industrial, sujeito ao procedimento de mera comunicação prévia (tipo 3), pode iniciar-se logo após a inserção dos elementos instrutórios e o pagamento da taxa devida.

Para os estabelecimentos do tipo 1, o título digital da instalação pode ser emitido antes da decisão final dos procedimentos de licenciamento ambiental (LA), Título de utilização de recursos hídricos (TURH), Título de emissão de gases com efeito de estufa (TEGEE), parecer ou licença de operações de gestão de resíduos, atribuição do número de controlo veterinário ou número de identificação individual ou autorização de equipamentos a instalar no estabelecimento abrangidos por legislação específica, constituindo estas licenças, títulos ou pareceres apenas condições do título digital de exploração do estabelecimento.

No entanto, esse título não pode ser emitido antes da existência de Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável ou favorável condicionada, da aprovação do relatório de segurança (para estabelecimentos SEVESO) ou da decisão de conformidade do pedido de LA, do pedido de alvará de OGR ou TEGEE, quando aplicável.

Assim, e no que respeita ao STS, os estabelecimentos do tipo 1 serão aqueles que se enquadram nomeadamente no ponto 2.6 (tratamento de superfície de metais ou matérias plásticas que utilizem um processo eletrolítico ou químico, quando o volume das cubas utilizadas no tratamento realizado for superior a 30 m<sup>3</sup>) do Anexo I do REI ou na tipologia e) (tratamento de superfície de metais e matérias plásticas que utilizem processo eletrolítico ou químico com volume total das cubas de tratamento igual ou superior a 40 m<sup>3</sup>) do Anexo II do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro (regime de AIA). Ou seja, necessitam de possuir e dar cumprimento nomeadamente às condições definidas na DIA e na LA, que presentemente são integradas no Título Único Ambiental (TUA).

O TUA é um título eletrónico que reúne toda a informação relativa aos vários atos de licenciamento aplicáveis ao estabelecimento ou atividade em matéria de ambiente, emitido ao abrigo do Regime de Licenciamento Único de Ambiente instituído pelo Decreto-Lei n.º 75/2015, de 11 de maio.

## **2.2. Processos e atividades**

O processo de Tratamento de Superfícies consiste na deposição de uma fina camada metálica sobre uma superfície por meios químicos ou eletroquímicos, a fim de conferir às peças certas propriedades superficiais, tais como, durabilidade, resistência, proteção, aspeto estético, entre outras, adequadas a uma determinada função.

Promove a alteração das propriedades originais da superfície dos metais e plásticos para as dotar de outras, conforme o uso final que se pretende dar a esses materiais, nomeadamente: propriedades decorativas, de proteção contra a corrosão, de resistência à oxidação a altas temperaturas, de resistência à luz, mecânicas (resistência à fadiga, dureza), de resistência ao uso (abrasão, aderência, corrosão), elétricas, térmicas, óticas ou magnéticas. No caso especial das matérias plásticas, que se encontram disponíveis a baixo preço e são facilmente moldadas, o tratamento de superfície permite obter características de metais ao mesmo tempo que mantém o seu próprio isolamento, flexibilidade e baixo peso.

O STS não constituiu um setor vertical distinto, visto destinar-se principalmente à prestação de serviços a uma vasta gama de outras indústrias, nomeadamente na indústria automóvel, construção, embalagens para alimentos e bebidas, indústria elétrica e eletrónica, semiprodutos de aço, equipamento industrial ou indústria aeroespacial.

O STS pode ser genericamente dividido em quatro grandes grupos (INETI, 2000):

- Preparação de superfícies (destinado a promover a limpeza ou reduzir a rugosidade do material e antecede qualquer tipo de tratamento posterior, com utilização de métodos físicos, químicos ou eletroquímicos):
  - Lixagem;
  - Polimento;
  - Desengorduramento;
  - Decapagem;
  - Satinagem;
  - Proteções temporárias;
- Revestimentos (onde o material a depositar não reage quimicamente com a peça (ou reage pouco), obtido por via térmica, via mecânica, imersão ou projeção, via química, via eletrolítica ou deposição física):
  - Metálicos, cerâmicos ou orgânicos, por projeção de materiais sólidos (metalização, esmaltagem, pintura eletrostática, plastificação);
  - Metálicos por via mecânica (galvanização metálica);
  - Cerâmicos ou orgânicos, por imersão em tintas líquidas ou esmaltes (pintura, esmaltagem);
  - Cerâmicos ou orgânicos, por projeção de tintas líquidas ou esmaltes (pintura, esmaltagem);
  - Metálicos por via eletroless (niquelagem, cobreagem, platinagem, prateagem, douragem);
  - Metálicos, cerâmicos ou orgânicos, por via eletrolítica (pintura cataforética, esmaltagem eletroforética, cromagem, niquelagem, zincagem, cadmiagem, cobreagem, douragem, prateagem, estanhagem, latonagem);
  - Metálicos, cerâmicos ou plásticos, por deposição física em fase de vapor (evaporação a vácuo, pulverização catódica, deposição iónica);
  - Metálicos, cerâmicos ou plásticos, por deposição química em fase vapor;
- Tratamentos de conversão (onde ocorre transformação físico-química da camada superficial da peça obtida por via química ou eletroquímica, tratamento termoquímico ou imersão):

- Por via química (fosfatação, cromatação, passivação crômica, coloração)
- Por via eletrolítica (anodização, oxidação anódica);
- Por difusão: tratamento termoquímico em fase sólida (cimentação, nitruração, carbonitruração);
- Por difusão: tratamento termoquímico em fase gasosa (cimentação, nitruração gasosa ou iónica, carburação gasosa ou iónica, carbonitruração, nitrocarburação, sulfocarbonitruração, sulfuração iónica);
- Por difusão: tratamento termoeletoquímico em fase líquida ou pastosa (cimentação, nitruração, carbonitruração, sulfuração);
- Por difusão: imersão (galvanização, estanhagem, com chumbo, com alumínio)
- Transformações estruturais (em que a superfície da peça sofre alterações estruturais através de tratamento mecânico, térmico ou implantação iónica);
  - Por tratamento mecânico superficial (granalhagem);
  - Por tratamento térmico superficial (têmpera: com chama, indução, plasma, laser);
  - Por implantação iónica.

### **2.3. Determinação/avaliação do enquadramento/capacidade instalada PCIP**

Não obstante a diversidade de tipos de tratamentos de superfícies em uso na indústria, aqueles que se encontram sujeitos a licenciamento ambiental no âmbito do REI correspondem àqueles que utilizem um processo eletrolítico ou químico, quando o volume das cubas utilizadas no tratamento realizado for superior a 30 m<sup>3</sup>.

Para auxílio na compreensão destas definições e, conseqüentemente, no enquadramento PCIP, a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA) publicou a Nota Interpretativa n.º 4/2002 onde se se pode verificar que:

- Tratamento de superfície é qualquer processo que provoque alteração no material a tratar;
- Tratamento por processo químico compreende todos os tratamentos que envolvem ação química. Alguns exemplos de processos químicos de tratamento de superfície são a fosfatação, o desengorduramento envolvendo processos químicos, a decapagem química e alguns tipos de coloração. Em particular, no que se refere aos processos de desengorduramento, estas são etapas de tratamento de superfície onde a remoção da gordura depositada à superfície do metal é conseguida à custa da utilização de banhos químicos, com impactes inerentes à utilização de substâncias de biodegradação mais lenta e/ou toxicidade para algumas espécies. Além disso, para evitar a corrosão devido à remoção da camada de gordura inicialmente depositada na superfície do metal, vários tipos de banhos de desengorduramento incluem inibidores de corrosão, ou outros aditivos, que se ligam quimicamente à superfície do metal. Assim, a etapa de desengorduramento deverá ser contabilizada sempre que associada a um processo químico.
- Tratamento por processo eletrolítico compreende as etapas de tratamento que envolvem a utilização de um eletrólito (uma solução ionizável), eléctrodos e corrente

elétrica, quer esta seja aplicada externamente ao banho (contínua ou alterna) ou internamente, gerada no banho, originando-se assim um circuito eletroquímico. Neste sentido, a deposição eletroless, com corrente gerada no banho e não aplicada externamente, é um tratamento eletrolítico. A anodização, a eletrodeposição de metais e alguns tipos de ativação, desengorduramento, decapagem ou coloração, quando envolvem processos eletrolíticos, constituem alguns exemplos adicionais de processos eletrolíticos de tratamento de superfície. Etapas de pintura que envolvam processos eletrolíticos devem igualmente ser contabilizadas.

- Por vezes é difícil estabelecer uma fronteira que permita claramente distinguir entre tratamentos eletrolíticos e tratamentos químicos, uma vez que as reações eletroquímicas são casos particulares de reações químicas. Tal acontece, por exemplo, com os tratamentos de colmatagem, aplicados, na maior parte dos casos, após anodização. Neste sentido as etapas de colmatagem são contabilizadas como processos de tratamento, independentemente da natureza do banho utilizado (e.g. água, quente ou à temperatura ambiente, água aditivada com substâncias químicas, ou outros).

Na determinação da capacidade instalada, ou seja, no cálculo do volume das cubas de tratamento, deve ser tido em consideração:

- O somatório dos volumes da totalidade das cubas de tratamentos eletrolíticos e químicos das várias linhas de tratamento de superfície da instalação;
- O total de cubas possíveis de utilizar em tratamentos eletrolíticos ou químicos, mesmo que temporariamente inativas. Isto porque as cubas totalmente desativadas só deverão deixar de ser consideradas após desmantelamento comprovado pela Entidade Coordenadora de Licenciamento (ECL) da instalação ou outra autoridade competente;
- O volume integral (geométrico) de cada cuba utilizada em tratamentos eletrolíticos e químicos e não o volume útil de cuba (volume máximo de cuba possível de utilizar em tratamento, necessário para o bom funcionamento do processo) nem a capacidade efetiva (volume efetivamente utilizado, resultante da produção efetiva no momento).

Quanto aos tipos de cubas, devem considerar-se todas as cubas onde são realizados quaisquer tratamentos de superfície do tipo eletrolítico ou químico, excluindo-se, à partida, as cubas destinadas exclusivamente a lavagem com água.

No final do ano de 2017 existiam em Portugal 56 licenças ambientais emitidas para instalações cuja atividade principal é o tratamento de superfícies (atividade PCIP 2.6). No entanto, o número de instalações PCIP do STS em Portugal é superior, visto existirem também instalações sujeitas a licenciamento ambiental em que a atividade 2.6 surge como atividade secundária.

### **3. ASPETOS AMBIENTAIS RELEVANTES ASSOCIADOS AO SETOR DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES**

---

De uma forma geral, pode afirmar-se que as indústrias do STS são consideradas problemáticas em relação a todos os descritores ambientais (Matias e Santana, 2004), tendo em conta a considerável utilização de recursos hídricos e produtos químicos perigosos que serão posteriormente libertados sob a forma de emissões atmosféricas, efluentes e resíduos.

#### **3.1. Águas de consumo**

A utilização de recursos hídricos é essencial no STS visto o mesmo ser baseado em processos aquosos, nomeadamente na formulação e reposição dos banhos de tratamento, refrigeração e nos banhos de lavagem.

É precisamente nos banhos de lavagem que se verifica o maior consumo de água, que se situa na ordem dos 3 a 20 litros/m<sup>2</sup> de superfície tratada, conforme o processo.

A água utilizada no processo industrial do STS é sobretudo originária de captações particulares, que poderá estar sujeita a título de utilização de recursos hídricos (TURH) e que define as condições a que essa utilização deve obedecer, nomeadamente em relação aos volumes máximos anuais e mensais autorizados. Na sequência, os operadores deverão implementar medidas para reduzir o consumo de água no processo e garantir o cumprimento das condições do TURH, quando existente.

Tal como em qualquer outro setor de atividade, e com menor expressão no STS, o consumo de água surge igualmente associado às utilizações domésticas, rega e limpeza.

#### **3.2. Utilização de produtos químicos**

A utilização de produtos químicos perigosos é essencial na formulação dos diversos tipos de banhos de tratamento. Durante o ano de 2004 a então IGAOT efetuou um levantamento exaustivo dos produtos químicos em questão utilizados nos diversos processos associados ao STS, designadamente no desengorduramento, cromatação, acetinagem, coloração eletrolítica, selagem/colmatagem, anodização, tintas em pó/pó de plastificação/vernizes, solventes/líquidos de limpeza/detergentes, passivação, zincagem, fosfatação, estanhagem e outras operações diversas.

Tais produtos químicos, nomeadamente os metais utilizados na forma de sais solúveis, terão um impacto significativo nas emissões de poluentes para o ambiente e na exposição dos trabalhadores.

Nesse levantamento foram identificados produtos químicos com perigosidade para o ambiente e para a saúde humana, e também produtos que estão sujeitos a restrições de utilização. Destacam-se assim o tricloroetileno e o percloroetileno, e respetiva necessidade da sua substituição por outros com menor perigosidade, que não apresentem teor de compostos

orgânicos voláteis classificados como cancerígenos, mutagénicos ou tóxicos para a reprodução (Matias e Santana, 2004).

Em função da quantidade e variedade de produtos químicos passíveis de serem utilizados nos processos produtivos do STS, poderão existir substâncias que estejam sujeitas a restrições ou autorização nos termos do Anexo XIV e Anexo XVII do regulamento REACH (Regulamento (CE) n.º 1907/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de dezembro), pelo que deverão ser analisadas opções para a substituição dessas substâncias químicas e/ou processos onde são utilizadas. Entre essas substâncias, destacam-se o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), ácido perfluorooctanossulfónico (PFOS), cianetos de cobre ou zinco, crómio hexavalente, hexacloroetano, nonilfenol e diclorometano (Laranjeira e Valadares, 2015).

Na qualidade de utilizadores a jusante de substâncias e misturas perigosas, os operadores deverão possuir e manter organizadas e atualizadas as respetivas fichas de dados de segurança (FDS) nos locais de utilização, em conformidade com as disposições do regulamento REACH. Apesar de no ano de 2003 a maior parte das empresas do STS inspecionadas não possuir um dossier organizado com as FDS de todos os produtos químicos utilizados (Matias e Santana, 2004). Presentemente o número de empresas onde não existe tal dossier é residual.

Especialmente relevante nas instalações em que o volume das cubas utilizadas no tratamento realizado assume dimensão considerável, ou seja, imposto nomeadamente nas condições da LA, os operadores deverão avaliar o seu enquadramento do regime do Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto (SEVESO), contabilizando quer o armazenamento de matérias-primas e subsidiárias quer os banhos de tratamento.

A utilização de produtos químicos perigosos enquadra imediatamente os operadores do STS no regime de responsabilidade ambiental instituído pelo Decreto-Lei n.º 147/2008, de 29 de julho, através do n.º 7 do Anexo III, no caso de ainda não estarem abrangidos por outra via (por exemplo, sujeitos a LA ou TURH). Deverão deste modo possuir uma garantia financeira exclusiva para este efeito através da subscrição de apólices de seguro, da obtenção de garantias bancárias, da participação em fundos ambientais ou da constituição de fundos próprios reservados para o efeito.

### **3.3. Efluentes Líquidos**

Em resultado da utilização de água e produtos químicos, o STS gera grandes quantidades de efluentes líquidos, onde as técnicas integradas no processo e as técnicas de fim-de-linha irão determinar a sua qualidade.

Os metais utilizados na forma de sais solúveis constituem o principal problema no que diz respeito às emissões para a água. Consoante o processo, as emissões podem conter cianetos, bem como tensioativos que podem apresentar uma baixa biodegradabilidade e efeitos cumulativos (por exemplo, NPE e PFOS). O tratamento de efluentes contendo cianetos com hipocloritos pode resultar na produção de AOX. Os agentes complexantes (incluindo cianetos e EDTA) podem interferir com a remoção de metais no tratamento de águas residuais ou

contribuir para manter os metais no ambiente aquático. Outros iões, como por exemplo cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos e aniões que contêm boro podem ter impactos significativos a nível local (Comissão Europeia, 2005).

Segundo Matias e Santana (2004), nas instalações onde são realizados tratamentos de superfície por via química, os efluentes produzidos (que incluem as águas de lavagem e a rejeição dos banhos de tratamento propriamente ditos) dependem do tipo de processo utilizado, das diferentes composições dos banhos, das operações unitárias realizadas, da periodicidade da descarga e das variações na produção. Aqui, os principais problemas ambientais resultam da existência de metais pesados nos banhos (crómio hexavalente, alumínio, ferro, cobre, níquel e zinco), de cianetos, valores extremos de pH e, quando existem processos de corte e maquinação, os óleos e gorduras.

Nas águas residuais industriais encontram-se também as purgas das torres de refrigeração (quando existentes) e as águas de lavagem (incluindo lavagem de gases).

Nestas instalações existem estações de tratamento de águas residuais (ETAR) maioritariamente do tipo físico-químico, cujas linhas de tratamento podem ser diferenciadas de acordo com a respetiva proveniência (nomeadamente efluentes ácidos, alcalinos, crómicos ou cianetados). Geralmente estas ETAR possuem tratamento químico específico para o tipo de efluente em causa, coagulação-floculação, decantação, correção de pH, filtração e desidratação de lamas.

Em menor número, nas instalações que possuem ETAR com tratamento por osmose inversa consegue ser atingido um nível superior de reutilização de água que pode atingir os 60% (Matias e Santana, 2004).

As técnicas que permitem reduzir o consumo de água vão conseqüentemente reduzir a produção de águas residuais. Para esse efeito, deve ser promovida redução das perdas, a recuperação de águas de lavagem, a utilização de águas de lavagem em cascata, a utilização de águas de lavagem regeneradas e a recirculação de águas nos banhos.

Após tratamento em ETAR e quando já não for possível a sua reutilização, as águas residuais são então descarregadas em meio hídrico, no solo ou em coletor municipal. Para esse efeito, as empresas deverão possuir, conforme aplicável, TURH ou Autorização de ligação ao coletor municipal e dar cumprimento às condições impostas nos mesmos e/ou LA.

Com menos relevância em termos de quantidade e carga poluente, surgem ainda as águas residuais domésticas, tipicamente descarregadas em coletor municipal sem tratamento prévio (quando disponível) ou mediante condições definidas em TURH e/ou LA.

### **3.4. Emissões atmosféricas**

O STS pode ser uma fonte geradora de emissões para a atmosfera importantes a nível local, nomeadamente óxidos de azoto, ácido clorídrico, ácido fluorídrico, as partículas ácidas provenientes de operações de decapagem, gotículas de crómio hexavalente libertadas pelo respetivo processo de revestimento e o amoníaco proveniente da decapagem química do cobre

no fabrico de placas de circuitos impressos e dos processos de deposição sem corrente (eletroless). As poeiras, sob a forma de uma combinação de abrasivos e de produtos de abrasão, são geradas pela preparação mecânica dos componentes, podendo também ser libertados compostos orgânicos voláteis (COV) em operações de desengorduramento com solventes (Comissão Europeia, 2005).

A natureza dos poluentes atmosféricos gerados depende dos processos de fabrico, sendo possível estabelecer que os processos de tratamento mecânico dão origem à libertação de partículas em suspensão e metais pesados, o tratamento químico de superfície origina partículas, ácido sulfúrico, cloretos, fluoretos e aerossóis, e da queima de combustíveis fósseis resultam partículas, óxidos de azoto e óxidos de enxofre (Matias e Santana, 2004).

As fontes de emissão de poluentes para a atmosfera podem ter origem em (AEP, 2011):

- Vapores e gases ácidos, provenientes principalmente dos processos de decapagem ácida com ácido clorídrico, fluorídrico e nítrico;
- Aerossóis, que são microgotas de soluções que se produzem nos banhos eletrolíticos, pela ação da libertação de hidrogénio nos cátodos. Os mais significativos são os dos banhos de crómio, mas também podem ter origem nos banhos de níquel e outros banhos ácidos, na anodização do alumínio, em banhos de cianeto e em banhos isentos de zinco;
- COV, resultantes de processos de desengorduramento com utilização de solventes orgânicos;
- Gases de combustão resultantes da queima de combustíveis fósseis em caldeiras destinadas nomeadamente ao aquecimento de banhos, queimadores utilizados na secagem de peças ou produção de vapor;
- Poeiras e partículas produzidas nas operações de polimento mecânico provenientes dos abrasivos utilizados e metal polido, mas também com origem na manipulação de produtos químicos pulverulentos.

Desta forma, a existência de fontes fixas de emissões atmosféricas está diretamente relacionada com os processos e equipamentos existentes em cada estabelecimento, nomeadamente com origem em caldeiras, estufas de secagem, pintura ou confinamento de emissões geradas nos banhos de tratamento.

Quando existentes, as fontes fixas deverão ser monitorizadas em conformidade com o previsto em sede de LA ou de acordo com o regime geral instituído no Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 abril, nas situações não previstas na LA.

Essas fontes fixas poderão possuir sistemas de despoluição associados através de lavagem de gases, ciclones ou filtros consoante a origem dos efluentes gasosos.

As instalações do STS que utilizem solventes orgânicos no processo poderão também estar sujeitas aos requisitos do Anexo VII do REI, isto é, se atingirem o limiar de consumo de 1 tonelada/ano na atividade 2 (limpeza de superfícies) ou 5 toneladas/ano na atividade 8 (outros

processos de revestimento, nomeadamente de metais, plásticos, têxteis, tecidos, películas e papel), identificadas no quadro 53 do suprarreferido anexo.

Quando existem torres de refrigeração com recurso a água, os operadores deverão possuir e cumprir procedimentos para o controlo químico e biológico dessa água, e efetuar a respetiva monitorização onde se inclui o controlo analítico para verificação da presença da bactéria *Legionella*.

A existência de equipamentos que contenham gases fluorados com efeito de estufa identificados nos Anexos I e II do Regulamento (UE) n.º 517/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014, para arrefecimento de banhos de tratamento (ou outros usos no estabelecimento) determina o cumprimento das obrigações previstas nesse regulamento e no Decreto-Lei n.º 56/2011, de 21 de abril.

Destacam-se a obrigação de proceder à deteção de fugas dos equipamentos que contenham mais de 5 ton CO<sub>2</sub> eq de gases fluorados (cuja periodicidade é determinada em função do gás e da quantidade), o recurso a técnicos e empresas certificados para efetuar intervenções nesses equipamentos e o reporte anual de dados junto da APA.

A combustão de combustíveis em instalações com uma potência térmica nominal total superior a 20 MW fica sujeita ao regime do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), cuja verificação em sede de inspeção deve ser efetuada de acordo com o Guia de Apoio para o diploma CELE elaborado na IGAMAOT em 2017.

### **3.5. Utilização de energia**

A energia utilizada nas empresas do STS provém de duas fontes principais: eletricidade e combustíveis fósseis.

A energia elétrica é utilizada em processos eletrolíticos, aquecimentos de banhos e arrefecimento de banhos, equipamentos auxiliares, secagem de peças, iluminação e outros usos domésticos nas instalações.

Os combustíveis fósseis são essencialmente utilizados em caldeiras.

Quando o consumo energético for superior a 500 tep/ano, a empresa fica sujeita ao regime instituído no Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de abril, nomeadamente às obrigações decorrentes de Plano de Racionalização de Consumo de Energia.

### **3.6. Produção de resíduos**

O STS é um grande gerador de resíduos, quer em quantidade quer em perigosidade, devido às características dos processos produtivos. Esses processos envolvem a utilização de banhos concentrados em produtos perigosos (de limpeza, desengorduramento ou deposição) que sofrem arrastos significativos para as águas de lavagem, o que origina a produção de grandes quantidades de resíduos e efluentes líquidos com elevadas concentrações em óleos e gorduras,

compostos metálicos, ácidos, bases, aditivos vários, cianetos e lamas metálicas. No entanto, a maior quantidade de resíduos provém das ETAR onde são geradas lamas do tipo coloidal, de difícil desidratação, que concentram a maior parte dos poluentes resultantes do processo (INETI, 2000).

Os resíduos produzidos podem ser:

- Sólidos: produzidos nos processos de tratamento mecânico, nomeadamente no polimento, lixagem, decapagem mecânica ou pulverização de materiais em pó (pintura e esmaltagem), constituídos essencialmente por partículas metálicas, cerâmicas e orgânicas. Os resíduos sólidos poderão também incluir as embalagens vazias, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos ou resíduos urbanos e equiparados;
- Líquidos: são normalmente resíduos líquidos de elevada perigosidade resultantes dos processos de tratamento químico e eletroquímico, tais como os desengordurantes contaminados, banhos de decapagem contaminados, banhos de processo contaminados, soluções de lavagem de gases ou produtos químicos deteriorados ou fora de uso. Constituem igualmente resíduos líquidos os solventes e óleos usados, quando produzidos por estas empresas. No entanto, estes resíduos líquidos resultantes dos processos só constituem efetivamente resíduos quando não são tratados localmente em ETAR, e conseqüentemente, encaminhados como tal para destino autorizado;
- Pastosos: constituídos principalmente por lamas resultantes do tratamento de efluentes em ETAR, mas também lamas que possam sedimentar no fundo das tinas dos banhos de tratamento.

Segundo a lista europeia de resíduos (LER), publicada em Anexo à Decisão da Comissão 2014/955/EU, de 18 de dezembro de 2014, os resíduos do STS encontram correspondência direta no capítulo 11 (resíduos de tratamentos químicos de superfície e de revestimentos de metais e de outros materiais; resíduos da hidrometalurgia de metais não ferrosos), mais concretamente no subcapítulo:

- 1101 – Resíduos de tratamentos químicos de superfície e de revestimentos de metais e de outros materiais (por exemplo, galvanização, zincagem, decapagem, contrastação, fosfatação, desengorduramento alcalino, anodização).

Não específicos do STS, são igualmente produzidos resíduos que se enquadram nomeadamente nos seguintes capítulos e subcapítulos da LER:

- 1201 – Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plásticos;
- 13 – Óleos usados e resíduos de combustíveis líquidos;
- 14 – Resíduos de solventes, fluidos de refrigeração e gases propulsores orgânicos;
- 15 – Resíduos de embalagens; absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção sem outras especificações;

- 1602 – Resíduos de equipamento elétrico e eletrónico;
- 1603 – Lotes fora de especificações e produtos não utilizados;
- 1606 – Pilhas e acumuladores;
- 1801 – Resíduos de maternidades e do diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em seres humanos;
- 1902 – Resíduos de tratamentos físico-químicos de resíduos (por exemplo descromagem, descianetização, neutralização), onde se destacam as lamas provenientes das ETAR com o código 190205\*;
- 20 – Resíduos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, da indústria e dos serviços), incluindo frações recolhidas seletivamente.

Face ao exposto e independentemente do número de trabalhadores, os estabelecimentos do STS ficam sujeitos à obrigação de inscrição e registo de dados no Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER) definida na alínea b) (estabelecimentos que produzem resíduos perigosos) do n.º 1 do Artigo 48.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, na sua redação atual.

O armazenamento temporário dos resíduos que aguardam encaminhamento para destino autorizado deve ser efetuado em locais apropriados, preferencialmente em piso impermeabilizado e ao abrigo das condições atmosféricas e, quando necessário, com bacia de retenção de forma a prevenir potenciais contaminações para o solo e/ou água. Estes deverão ser acondicionados em embalagem ou contentor adequado ao tipo de resíduo em questão (sólidos, líquidos ou pastosos) e possuir identificação de acordo com os códigos da LER.

Devem também ser utilizados os documentos de transporte adequados em função do destino do resíduo: transporte nacional ou transferência para outros países.

### **3.7. Ruído**

Os níveis de ruído no STS são geralmente confinados no interior das instalações fabris, pelo que os níveis sonoros emitidos para o exterior são análogos aos de outros setores de atividade. Desta forma, o ruído externo não constitui um problema ambiental determinante no setor (Matias e Santana, 2004).

Sem prejuízo, o exercício de atividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos recetores sensíveis isolados está sujeita ao cumprimento das disposições do Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro), ou das condições da LA, quando existente.

#### 4. VERIFICAÇÃO FÍSICA E DOCUMENTAÇÃO RELEVANTE

A condução da realização da inspeção ambiental deverá seguir a metodologia base que consta no Guia de Inspeções Ambientais da IGAMAOT (Falcão e Ferreira, 2016), bem como a lista de verificação para avaliar o estado de implementação das melhores tecnologias disponíveis (MTD) aplicáveis ao STS que consta nos Contributos para a melhoria do desempenho ambiental das empresas de tratamento de superfícies metálicas (Laranjeira e Valadares, 2015).

Nos quadros seguintes destacam-se os aspetos específicos ou aplicáveis no STS, que devem ser tidos em consideração nas ações de inspeção.

Quadro 1 – Aspetos a verificar no âmbito do licenciamento da atividade.

Licenciamento	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Determinação do volume total das cubas utilizadas no tratamento de superfície de metais ou matérias plásticas por processo eletrolítico ou químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacidade instalada em sede de LA, quando existente</li> <li>○ Diagrama de processo com:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de linhas de tratamento</li> <li>- Operações unitárias efetuadas</li> <li>- Número e dimensão das cubas de tratamento</li> <li>- Número e dimensão das cubas de lavagem</li> </ul> </li> </ul>
Licença de exploração válida, verificando se a atividade licenciada corresponde à atividade desenvolvida	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instrução do processo de licenciamento</li> </ul>
LA/TUA quando o volume das cubas utilizadas no tratamento de superfície de metais ou matérias plásticas por processo eletrolítico ou químico for superior a 30 m <sup>3</sup> : avaliação e verificação de requisitos gerais e específicos previstos unicamente na LA/TUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elaboração de Relatório Ambiental Anual e submissão no prazo previsto</li> <li>○ Elaboração de Relatório Base e submissão no prazo previsto</li> <li>○ Elaboração de Plano de Desempenho Ambiental e submissão no prazo previsto</li> <li>○ Submissão anual do formulário de Registo de Emissões e Transferência de Poluentes no prazo legalmente previsto (atividade PRTR 2.f)</li> </ul>
DIA quando o volume das cubas utilizadas no tratamento de superfície de metais ou matérias plásticas por processo eletrolítico ou químico for igual ou superior a 40 m <sup>3</sup> : avaliação e verificação nomeadamente de condicionantes, medidas de minimização e programa de monitorização definido	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evidências que demonstrem o cumprimento de condicionantes, medidas de minimização e programa de monitorização definido</li> </ul>

Quadro 2 – Aspetos a verificar no âmbito das águas de consumo

Águas de consumo	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Existência de captações de água	○ Conformidade com TURH e/ou LA
Tratamento efetuado às águas de consumo	○ Descrição do tratamento efetuado e produtos utilizados
Estado conservação da rede de abastecimento de água (existência de fugas)	○
Requisitos do TURH e/ou LA (nomeadamente a existência de caudalímetro)	○ Registos de autocontrolo do volume captado e reporte, quando aplicável e de acordo com as condições do TURH e/ou LA ○ Boletins analíticos de caracterização da água captada e/ou tratada e reporte, quando aplicável e de acordo com as condições do TURH e/ou LA ○ Pagamento da taxa de recursos hídricos
Estado de implementação de MTD associadas a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de água: monitorização de todos os pontos de consumo de água, recuperação de águas de lavagem, evitar lavagens entre estádios com recurso a produtos químicos compatíveis ao longo do processo;</li> <li>• Redução do consumo das águas de lavagem: utilização de águas de pré-lavagem, utilização de águas de lavagem em cascata, utilização de águas de lavagem regeneradas;</li> <li>• Prolongamento da vida útil dos banhos: recirculação de águas nos banhos.</li> </ul>	○ Plano de Desempenho Ambiental

Quadro 3 – Aspetos a verificar no âmbito dos produtos químicos utilizados

Produtos químicos	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Produtos químicos utilizados	○ Inventário de produtos químicos (armazenados e presentes nos banhos de tratamento) ○ FDS ○ Estudo de enquadramento no regime SEVESO ○ Garantia financeira de responsabilidade ambiental
Existência e utilização de produtos sujeitos a restrição ou autorização: EDTA, PFOS, cianetos de cobre ou zinco, crómio hexavalente, hexacloroetano, nonilfenol e diclorometano	○ Cumprimentos dos requisitos de restrição e/ou autorização no âmbito do Regulamento REACH
Locais de armazenamento de produtos químicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtos químicos armazenados em área impermeabilizada e drenada</li> <li>• Compatibilidade química entre produtos armazenados</li> <li>• Isolamento de produtos comburentes</li> <li>• Medidas de prevenção para evitar corrosão de embalagens e estruturas de suporte</li> </ul>	

Produtos químicos	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Existência de FDS (também nos locais de utilização)</li> </ul>	

Quadro 4 – Aspetos a verificar no âmbito dos efluentes líquidos

Efluentes líquidos	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Tipo de águas residuais geradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redes de drenagem de águas residuais</li> </ul>
Pontos de descarga de águas residuais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conformidade com TURH / LA / Autorização de ligação ao coletor municipal e respetivo Contrato</li> </ul>
Requisitos do TURH / LA / Autorização de ligação ao coletor municipal e respetivo Contrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registos de autocontrolo do volume rejeitado e reporte, quando aplicável e de acordo com as condições definidas</li> <li>Boletins analíticos do autocontrolo da caracterização das águas residuais rejeitadas e reporte, quando aplicável e de acordo com as condições definidas: verificação do cumprimento de valores limite de emissão ou valores máximos admissíveis</li> <li>Pagamento da taxa de recursos hídricos</li> </ul>
Tipo de tratamento efetuado às águas residuais (ETAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descrição do tratamento efetuado e produtos utilizados</li> </ul>
Identificação dos banhos que são sujeitos a descarga periódica, frequência e destino (para ETAR ou como resíduo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificação de eventuais alterações nos resultados do autocontrolo das águas residuais quando existe rejeição de banhos de tratamento para a ETAR</li> </ul>

Quadro 5 – Aspetos a verificar no âmbito das emissões para a atmosfera

Emissões para a atmosfera	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Identificação de fontes fixas de emissão para a atmosfera (nomeadamente a partir de caldeiras ou confinamento de emissões difusas dos banhos de tratamento), disposições construtivas e sistemas de despoluição instalados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conformidade com LA (se existente) e/ou aprovação pela CCDR territorialmente competente</li> </ul>
Monitorização das emissões	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relatórios de ensaio do autocontrolo, para avaliar os caudais mássicos, regime de monitorização (frequência) e cumprimento de VLE em conformidade com as condições da LA (se existente) ou regime geral</li> <li>Reporte dos resultados do autocontrolo dentro do prazo legal</li> </ul>
Utilização de solventes orgânicos em quantidade superior a 1 tonelada/ano (atividade 2 - limpeza de superfícies) ou 5 toneladas/ano (atividade 8 - outros processos de revestimento,	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registos de consumo de matérias-primas e subsidiárias</li> <li>Entrega de Plano de gestão de solventes, elaborado em conformidade com a parte 7 do</li> </ul>

<b>Emissões para a atmosfera</b>	
<b>Verificação <i>in situ</i></b>	<b>Documentação/evidências relevantes</b>
nomeadamente de metais, plásticos, têxteis, tecidos, películas e papel)	<p>Anexo VII do REI, à CCDR dentro do prazo (n.º 3 do Artigo 100.º)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verificar o cumprimento das medidas protagonizadas no plano de gestão de solventes, designadamente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- A emissão de COV a partir da instalação não excede os VLE em efluentes gasosos e os valores limite das emissões difusas, ou os valores limite para a emissão total, e cumprem os restantes requisitos estabelecidos nas partes 2 e 3 do anexo VII;</li> <li>- As exigências do plano de redução definido na parte 5 do Anexo VII, desde que se obtenha uma redução das emissões equivalente à que seria possível através da aplicação dos VLE referidos anteriormente;</li> <li>- Verificar/apurar quais as advertências de perigo que acompanham as emissões de COV (n.º 5 do Artigo 98.º do REI)</li> </ul> </li> </ul>
Existência de torres de refrigeração com recurso a água	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Características (número, dimensão das bacias de retenção de água e potência dos ventiladores)</li> <li>○ Procedimento de manutenção e controlo químico e biológico da água do circuito de refrigeração e respetivas evidências da realização do preconizado no procedimento</li> <li>○ Plano de monitorização/controlo da qualidade da água utilizada no sistema de refrigeração onde seja incluído o controlo analítico de presença de Legionella e respetivos resultados obtidos</li> </ul>
Existência de equipamentos que contenham gases fluorados em quantidade superior a 5 ton CO <sub>2</sub> eq	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inventário de equipamentos instalados no estabelecimento (identificação, marca, modelo, função, localização, ano e mês de fabrico, tipo de gás e carga em kg e ton CO<sub>2</sub> eq)</li> <li>○ Fichas de intervenção dos equipamentos com carga superior a 5 ton CO<sub>2</sub> eq, efetuadas por técnicos e empresas certificadas, que comprovem a obrigação de proceder à verificação de fugas com a periodicidade legalmente definida</li> <li>○ Rotulagem dos equipamentos em conformidade com o Decreto-Lei n.º 56/2011, de 21 de abril, e Regulamento (CE) n.º 1494/2007, de 17 de dezembro</li> <li>○ Comunicação de dados à APA dentro do prazo legal (Artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 56/2011, de 21 de abril)</li> </ul>
A combustão de combustíveis em instalações com uma potência térmica nominal total superior a 20 MW	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Título de Emissão de Gases com Efeito de Estufa (TEGEE) e respetivas condições de monitorização</li> </ul>

Quadro 6 – Aspetos a verificar no âmbito do consumo de energia

Consumo de energia	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Identificação dos tipos de energia utilizada e consumo anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plano de Racionalização de Consumo de Energia e requisitos associados no âmbito do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de abril, se o consumo anual for superior a 500 tep</li> <li>○ Licenciamento de depósitos de combustível, quando existentes</li> </ul>

Quadro 7 – Aspetos a verificar no âmbito da produção de resíduos

Produção de resíduos	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Condições de acondicionamento, armazenamento, classificação e identificação dos resíduos produzidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Submissão do MIRR dentro do prazo legal, contendo todos os resíduos produzidos no estabelecimento</li> <li>○ Documentos de transporte adequados em função do destino do resíduo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte nacional: guias previstas na Portaria n.º 145/2017, de 26 de abril, emitidas eletronicamente no SIRER a partir do ano de 2018;</li> <li>- Transferência para outros países nos termos do Regulamento (CE) n.º 1013/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de junho:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resíduos sujeitos a procedimento de notificação e autorização prévia ('Lista Laranja'): guia correspondente ao previsto do Anexo I-B do Regulamento emitida eletronicamente no SIRER;</li> <li>- Resíduos não sujeitos a procedimento de notificação e autorização prévia ('Lista Verde'): guia correspondente ao previsto no Anexo VII do Regulamento emitida eletronicamente no SIRER.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ Licenciamento dos destinatários dos resíduos</li> </ul>
Colocação no mercado de produtos embalados	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Constituição de um sistema individual ou adesão a sistema integrado de gestão dos resíduos de embalagem colocadas no mercado</li> </ul>

Quadro 8 – Aspetos a verificar no âmbito do ruído

Ruído	
Verificação <i>in situ</i>	Documentação/evidências relevantes
Identificação de atividades ruidosas, zona envolvente e recetores sensíveis próximos	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Monitorização de ruído de acordo com as condições definidas em LA (quando existente)</li> <li>○ Relatório de avaliação de ruído ambiental</li> </ul>

## 5. BIBLIOGRAFIA

---

- INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (2000), *Guia Técnico – Sector dos Tratamentos de Superfície*;
- Matias, P. e Santana, I. (2004), *Metalomecânicas*, IGAOT;
- Comissão Europeia (2005), *Documento de Referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis para Tratamentos de Superfície de Metais e Matérias Plásticas (Sumário Executivo)*;
- Agência Portuguesa do Ambiente (2006), *Nota Interpretativa n.º 4/2002*;
- AEP – Associação Empresarial de Portugal (2011), *Manual de Produção + Limpa – Sector do Tratamento de Superfícies*;
- Laranjeira, L. e Valadares, R. (2015), *Contributos para a melhoria do desempenho ambiental das empresas de tratamento de superfícies metálicas*, IGAMAOT;
- Falcão, M. e Ferreira, R. (2016), *Guia de Apoio às Inspeções Ambientais (GAIA)*, IGAMAOT.