



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

CASO DE ESTUDO: INDÚSTRIA DE METALIZAÇÃO DE PLÁSTICOS – RISCOS ASSOCIADOS

Isaura Daniela da Rocha Pinto

Orientador: Professor Doutor José Inácio Ferrão de Paiva Martins (FEUP)

Arguente: Professora Doutora Paula Carneiro (UMinho)

Presidente do Júri: Professor Doutor João Santos Baptista (FEUP)

2017



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt ISN: 3599*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao Prof. Doutor José Inácio Martins, Professor associado do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a sua disponibilidade em ser meu orientador, não podendo ainda deixar de manifestar o meu apreço pelo modo como sempre se prontificou em dar o seu contributo sempre que solicitado para a resolução dos problemas surgidos no decurso do trabalho.

Agradeço à empresa DOURECA Produtos Plásticos Lda, na qualidade do seu Diretor Geral, Eng.º Rui Lobo, pela oportunidade de realizar este trabalho tendo como ponto de referência a referida empresa. E às Eng.^{as} Diana Gomes e Raquel Carpinteira, por toda a ajuda e receptividade ao longo deste trajeto.

Um agradecimento ao MESH0 e a todos os professores da FEUP pelos conhecimentos transmitidos, e desse modo terem contribuído para a conclusão de mais uma etapa na minha vida, em especial à Professora Joana Cristina Cardoso Guedes por todo o apoio, incentivo e partilha.

Um agradecimento aos meus pais, ao meu irmão e aos meus amigos, pelo entendimento em alguma minha ausência e no apoio prestado durante a execução deste trabalho, assim como a todos os que de uma forma direta ou indireta para ele contribuíram.

Por fim, e não menos importante, um agradecimento muito especial ao homem que eu amo, o meu marido Ricardo Nogueira por toda a compreensão, incentivo e motivação para a concretização do Mestrado e desta Dissertação, o meu muito obrigado do fundo do coração.

Em memória do meu avô José Rocha e do Professor Doutor José Rocha e Silva. Os Zés que marcaram a minha vida!

“A vida é um ponto de interrogação. Cada ser humano, seja ele um intelectual ou um analfabeto, é uma grande pergunta em busca de uma grande resposta.”

Augusto Cury

RESUMO

A galvanoplastia é um dos setores industriais onde os problemas de índole ambiental, higiene e segurança têm um papel bastante importante. Esta relevância deriva do tipo de produtos que aí são manuseados e do modo como se integram nas operações necessárias ao seu objetivo: deposição de metais sobre superfícies metálicas e não metálicas. Nestes processos recorre-se, em permanência, a soluções químicas que exigem um adequado manuseamento face às suas propriedades intrínsecas de maior ou menor risco. A complexidade técnica dos processos, aliada à perigosidade das substâncias, tornam imperativa a avaliação da exposição por parte dos trabalhadores.

Para análise e avaliação de riscos de acidente foi aplicada a metodologia MARAT, no entanto para análise e avaliação da exposição a agentes químicos foram utilizadas as Fichas de Dados de Segurança (FDS), analisadas as Fichas de Preparação e Manutenção dos Banhos, e a partir de toda a informação compilada aplicou-se a metodologia COSHH Essentials, bem como a avaliação do risco de exposição a agentes químicos, e ainda foi efetuado um cruzamento de dados com valores de referência para inferir o real perigo de exposição a agentes químicos.

A avaliação de riscos de acidente carece da adoção de medidas de controlo mais específicas, e seria interessante realizar a avaliação de riscos utilizando outros métodos. No que respeita à exposição a agentes químicos, a empresa nas condições normais de operação e com as medidas de controlo já implementadas, cumpre o requerido na legislação e não ultrapassa os VLE, no entanto é aconselhado um estudo mais aprofundado da exposição a agentes químicos, especialmente devido à perigosidade dos químicos utilizados e de alguns deles terem efeitos aditivos sobre a saúde.

Palavras-chave: Galvanoplastia; FDS; MARAT; COSHH Essentials; Risco químico.

ABSTRACT

Electroplating is one of the industrial sectors where safety, hygiene and environmental problems have a major concern to the employers. This relevance is given by the type of products that are used and the way they are needed to a final purpose: deposition of metals over metallic and non-metallic surfaces. In these processes, are permanently used chemical mixtures that demand an adequate handling in view of their intrinsic properties of greater or lesser risk. The technical complexity of the processes, coupled with the hazardous nature of substances, make it imperative to assess the exposure of workers to the risk.

For the analysis and evaluation of accident risks the MARAT methodology was applied, and for the analysis and evaluation of exposure to chemical agents, the Safety Data Sheets (SDS) and the Preparation and Maintenance Data Sheets were analyzed, the COSHH Essentials methodology, as well as the assessment of the risk exposure to chemical agents, were applied from the compiled information, and a cross-referenced data was also made to infer the real danger of exposure to chemical agents.

The assessment of accident risks requires the adoption of more specific control measures and it would be interesting to carry out the risk assessment using other methods.

With regard to exposure to chemical agents, the company under normal operating conditions and with the control measures already implemented, complies with the requirements of the legislation and does not exceed VLE, however a more detailed study of exposure to chemical agents, especially because of the dangers of the chemicals used and some of them having additive effects on health.

Keywords: Electroplating; SDS; MARAT; COSHH Essentials; Chemical risk.

CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	Fundamentação do trabalho.....	5
2.1	DOURECA, Produtos Plásticos Lda.	5
2.2	Tecnologia	5
2.3	Enquadramento Legal e Normativo.....	7
2.4	Pesquisa bibliográfica.....	12
2.5	Gestão e Avaliação de Riscos.....	16
2.5.1	MARAT – Método de Avaliação de Riscos e Acidentes de Trabalho	17
2.5.2	Metodologia COSHH Essentials.....	18
2.6	Processo de Metalização de ABS	19
2.6.1	Material Base: ABS – Acrilonitrilo Butadieno Estireno.....	19
2.6.2	Princípios Gerais da Eletrodeposição do ABS.....	19
2.7	Processo Produtivo	20
2.8	Ciclo Operativo da Metalização do ABS	22
2.8.1	Preparação de Superfícies	22
2.8.1.1	Decapagem e Neutralização.....	22
2.8.1.2	Sensibilização-Ativação.....	23
2.8.1.3	Aceleração.....	24
2.8.2	Deposição Metálica (Métodos de Revestimento)	24
2.8.2.1	Revestimento metálico por via química.....	25
2.8.2.2	Revestimento metálico por via eletrolítica	28
2.9	Perigos e Riscos assinalados.....	31
2.10	Objetivos da Dissertação	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1	Materiais e Métodos	33
3.2	Metodologia Geral.....	33
4	RESULTADOS	37
4.1	Aplicação método MARAT.....	37
4.2	Metodologia COSHH Essentials	45

4.3	Análise quantitativa de exposição dos trabalhadores a agentes químicos.....	47
5	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	53
5.1	Conclusões.....	53
5.2	Perspetivas Futuras.....	54
6	BIBLIOGRAFIA.....	55
7	ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de Aplicações Doureca (imagens fornecidas pela empresa)	7
Figura 2 – Combinações das Palavras-Chave	13
Figura 3 – Diagrama de artigos	14
Figura 4 – Gestão do Risco	16
Figura 5 – Relação entre as variáveis que constituem o método MARAT	17
Figura 6 – <i>Metodologia COSHH Essentials</i>	18
Figura 7 – Monómeros do copolímero ABS	19
Figura 8 – Canais de escoamento	21
Figura 9 – Processos da Preparação de Superfícies	22
Figura 10 – Decapagem – Oxidação Química	23
Figura 11 – Sensibilização-Ativação.....	24
Figura 12 – Aceleração	24
Figura 13 – Processos de Revestimentos Eletrolíticos.....	25
Figura 14 – Formação de ilhas de Cobre/Níquel.....	26
Figura 15 – Ancoragem das ilhas metálicas.....	26
Figura 16 – Cobre depositado uniformemente na superfície por via química	27
Figura 17 – Adesão do revestimento electroless (ancoragem pelas saliências e cavidades)	27
Figura 18 – Eletrodeposição de Cobre	28
Figura 19 – Ânodos de Cobre em sacos de polipropileno para evitar perdas de metal ou impurezas para o banho	29
Figura 20 – Posicionamento do cátodo para um revestimento total das peças	29
Figura 21 – Secção transversal das várias camadas metálicas depositadas sobre o ABS	30
Figura 22 – Utilização dos bastidores para transporte de ânodos de cobre.....	37
Figura 23 – Adição de água aos banhos	37
Figura 24 – Limpeza dos tanques sem e com máscara	38
Figura 25 – Aviso de uso de EPI's	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Meta análise dos Artigos	15
Tabela 2 – Níveis de Risco e Prioridades de Intervenção	31
Tabela 3 – Níveis de Controlo.....	38
Tabela 4 – Tratamento Plástico/ ABS	40
Tabela 5 – Manutenção	41
Tabela 6 – Informações das FDS e fichas de preparação dos banhos.....	45
Tabela 7 – Resumo dos cenários testados	46
Tabela 8 – Concentrações medidas para os agentes e locais assinalados	47
Tabela 9 – Informações relevantes acerca dos contaminantes	49
Tabela 10 – Informações dos Contaminantes (outras realidades).....	51

GLOSSÁRIO

ABS: Acrilonitrilo Butadieno Estireno

Acidente de trabalho: Acontecimento anormal, brusco e imprevisto que se verifica no local e tempo de trabalho e do qual resulta lesão corporal, perturbação funcional ou doença.

Agente químico: Qualquer elemento químico ou composto, por si só ou misturado como ocorre no estado natural ou como produzido por qualquer atividade de trabalho, seja ou não produzido intencionalmente e seja ou não introduzido no mercado.

Análise das opções de redução de riscos: Identificação, seleção e modificação de aspetos que visam reduzir o risco de uma determinada operação e/ou equipamentos.

Avaliação do Risco: Processo sistemático que consiste numa série de etapas que visam examinar os perigos associados a determinadas operações e/ou equipamentos.

Carcinogenicidade: Agente com capacidade de induzir neoplasias benignas ou malignas.

Determinação do risco: Comparação dos riscos estimados com um critério que visa decidir se o risco é aceitável ou se é necessário efetuar modificações nas operações e/ou equipamentos no sentido de diminuir o risco.

EPC: Equipamento de Proteção Coletiva

EPI: Equipamento de Proteção Individual

Estimativa do risco: Determinação da frequência com que um perigo identificado possa ocorrer e dar origem a determinados níveis de gravidade.

Exposição: A presença de um agente químico no ar na zona de respiração de um trabalhador.

Fatores de risco: Elementos que podem influenciar a possibilidade de ocorrência de um determinado acontecimento, por exemplo, a frequência e a duração da exposição a um determinado perigo, a probabilidade de ocorrência de um acontecimento perigoso, as capacidades técnicas e humanas para evitar ou limitar a extensão dos danos (sensibilidade para o risco, redução de velocidade, equipamentos de paragem de emergência, equipamentos de proteção).

Ficha de Dados de Segurança (FDS): Documento que fornece informações detalhadas sobre os perigos inerentes a um produto e as medidas a tomar face aos riscos associados à exposição ao mesmo.

Gestão do Risco: Processo sistemático de identificação, análise, monitorização e controlo do risco.

Higiene Ocupacional: Disciplina que antecipa, reconhece, avalia e controla os riscos para a saúde no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger a saúde e bem-estar dos trabalhadores e salvaguardar a sociedade no geral.

Identificação de Perigos: Processo sistemático de identificação de perigos que estão associados a determinadas operações e/ou equipamentos.

Perigo: Fonte ou situação com potencial para o dano, em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano ou danos para a saúde, para o património, para o ambiente do local de trabalho, ou uma combinação destes.

Risco: Combinação da probabilidade de ocorrência e da(s) consequência(s) associadas à ocorrência de um determinado acontecimento perigoso.

SST: Segurança e Saúde no Trabalho

VLE: Valor Limite de Exposição

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

A Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho assumem, nos dias de hoje, uma importância crescente na vida das empresas que, confrontadas com a competitividade do Mercado, procuram reforçar competências, aumentando o bem-estar dos profissionais que através delas criam valor.

Os riscos profissionais, inerentes a qualquer atividade profissional, relacionam-se com condições operacionais capazes de afetar a saúde e a segurança dos trabalhadores (Miguel, 2014).

A galvanoplastia é um dos setores industriais onde os problemas de índole ambiental, higiene e segurança têm um aspeto bastante importante. Esta relevância deriva do tipo de produtos que aí são manuseados e do modo como se integram nas operações necessárias ao seu objetivo: deposição de metais sobre superfícies metálicas e não metálicas.

No âmbito deste contexto optou-se por uma indústria que opera a metalização de superfícies não metálicas e onde se enquadram perfeitamente os problemas em questão. Neste sentido, analisar-se-ão todas as operações que compõem o seu diagrama de fabrico evidenciando o impacto daí resultante para o ambiente e trabalhadores, e se as mesmas laboram segundo as normas previstas regulamentarmente. Para tal, avaliar-se-ão os EPC's e EPI's usados, procurando eventualmente sugerir alternativas que melhorem o desempenho no contexto ambiental de uma unidade industrial escolhida para o efeito, a qual poderá mesmo repercutir-se na vertente económica.

Galvanoplastia é a designação atribuída aos tratamentos de superfície referentes à deposição de um metal sobre outro material, através de uma série de processos interdependentes, no sentido de obter um compósito com determinadas características.

Nestes processos recorre-se, em permanência, a soluções químicas que exigem um adequado manuseamento face às suas propriedades intrínsecas de maior ou menor risco.

A complexidade técnica dos processos, aliada à perigosidade das substâncias, tornam imperativa a avaliação da exposição por parte dos trabalhadores.

Em termos gerais, os processos dos tratamentos de superfície podem dividir-se em três grandes grupos:

- Preparação de Superfícies;
- Processos de Revestimento;
- Processos de Conversão.

Os tratamentos de superfície constituem uma atividade inerente a todos os sectores da Indústria Transformadora de superfícies metálicas, com particular relevo no sector da Metalurgia e Metalomecânica (INETI, 2000) (Oliveira et al, 2011).

2 FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO

2.1 DOURECA, Produtos Plásticos Lda.

A Doureca Produtos Plásticos, Lda, foi constituída em 1988, e é uma empresa que pertence ao grupo multinacional Dourdin Decorative Solutions SA, sediado em Lille – França. Além das duas unidades Doureca em Portugal, este grupo detém outras empresas espalhadas um pouco por todo o mundo.

As instalações da Doureca situam-se em Paredes de Coura onde possui duas unidades de fabrico: uma unidade dedicada ao processo de montagem em São Bento, e a outra unidade focada no processo de cromagem em Formariz.

A empresa dedica-se à transformação de filmes adesivos de alumínio e à metalização eletrolítica de plástico (ABS ou PC) para diferentes acabamentos funcionais e estéticos.

Em 2014/2015, o seu volume de negócios foi de 23 milhões de euros. Atualmente conta com cerca de 240 funcionários distribuídos pelos seguintes sectores:

- Administração (5%);
- Engenharia e Projetos (15%);
- Laboratório/Qualidade (10%);
- Produção/Logística (70%).

2.2 Tecnologia

A Doureca possui como fator de diferenciação a componente de personalização, permitindo aos seus clientes customizar as suas próprias peças automóveis.

A indústria automóvel representa cerca de 90% da atividade da Doureca, tendo como principais clientes as grandes marcas do setor automóvel.

De seguida apresentam-se as principais áreas tecnológicas de atuação da Doureca.

- Cromagem e Injeção

A empresa tem em funcionamento uma linha de banhos eletrolíticos.

A possibilidade de metalizar diferentes materiais, dos quais se destacam o ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), assim como de realizar diversos acabamentos, permitem uma ampla oferta de produtos tais como:

- CR6 – acabamento com menor resistência à corrosão.
 - Brilhante;
 - Acetinado.

- CR3 – acabamento com maior resistência à corrosão.
 - Brilhante;
 - Brilhante/Acetinado;
 - Fume;
 - Fume/Acetinado;
 - Negro azeviche;
 - Negro azeviche/Acetinado;

- Derivados de Cromagem
 - Peças cromadas + Pintura;
 - Peças cromadas + Gravação cromada;
 - Peças cromadas + Brilho aveludado.

O processo de CR3 é uma alternativa ao CR6, oferecendo vantagens ambientais e de produtividade. Visualmente, o CR6 e o CR3 são muito semelhantes.

- Produção e Processamento de Filmes

A empresa iniciou a sua atividade na transformação de filmes, PVC, PU e Poliéster, com diferentes adesivos em peças finais recorrendo a máquinas de corte. Atualmente, tem desenvolvido tecnologia no âmbito do “*design*”.

- Transformação de Metais, Impressão e Corte

A empresa tem conhecimento e condições para a transformação de folhas inox e de alumínio em peças decorativas para os volantes de automóveis.

- Impressão e Marcação

Recorrendo a técnicas de impressão, marcação a quente e tampografia, a Doureca transforma filmes adesivos, folhas metálicas e peças plásticas de diferentes materiais.

- Pintura

A pintura de peças cromadas é feita através de robot por deposição de tinta. As peças devem ter uma gravação para a deposição da tinta. Uma peça pode ter mais do que uma cor.

Os processos acima identificados mostram a capacidade da Doureca na oferta ao mercado de uma grande variedade de produtos.



Figura 1 - Exemplos de Aplicações Doureca (imagens fornecidas pela empresa)

2.3 Enquadramento Legal e Normativo

Desde 1891, data em que Portugal regulamentou o trabalho de menores e das mulheres em estabelecimentos industriais, que as medidas adotadas em matéria de HST diziam respeito a aspetos técnicos, mas não organizativos.

Com a Primeira República, o trabalho industrial aumentou e o Estado, através da criação do Ministério do Trabalho e Previdência Social, em 1916, organizou um serviço de higiene, salubridade e segurança dos locais de trabalho.

Em 1919, Portugal participa como membro fundador da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

Com a adesão de Portugal à Comunidade Europeia, criaram-se condições para uma nova etapa na melhoria das condições de trabalho, nomeadamente no campo da higiene e segurança.

Foi a Diretiva n.º 89/391/CEE, transposta pelo Decreto-Lei n.º 441/91, posteriormente regulado pelo Decreto-Lei n.º 26/94, que estabelece o regime de organização e funcionamento das atividades de segurança e saúde no trabalho.

Em 2009 é publicada a Lei n.º 102/2009 que regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e saúde no trabalho. No mesmo ano, é publicada a Lei n.º 7/2009 que aprova a Revisão do Código de Trabalho.

Em 2014, a Lei n.º 3/2014 altera e republica a Lei n.º 102/2009.

LEGISLAÇÃO GERAL

- Lei n.º 3/2014, de 28 de Janeiro, que altera e republica a Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro, - Regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e saúde no trabalho, de acordo com o previsto no artigo 284.º do Código do Trabalho, no que diz respeito à prevenção.
- Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro – Aprova a Revisão do Código de Trabalho.

LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA

Locais de Trabalho

- Decreto-Lei n.º 273/03, de 29 de Outubro – Estabelece as regras gerais de planeamento, organização e coordenação para promover a segurança, higiene e saúde no trabalho em estaleiros da construção.
- Decreto-Lei n.º 347/93, de 1 de Outubro – Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 89/654/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho.

Ruído

- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro – Aprova o Regulamento Geral do Ruído e revoga o regime legal da poluição sonora, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro.
- Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro – Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

Vibrações

- Decreto-Lei n.º 46/2006, de 24 de Fevereiro – Transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2002/44/CE, de 25 de Junho, relativa às prescrições mínimas de proteção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a vibrações.

Segurança Contra Incêndios em Edifícios

- Decreto-Lei n.º 224/2015, de 9 de Outubro, que altera e republica o Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro, - Estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios.
- Portaria n.º 1532/2008, de 29 de Dezembro – Aprova o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE).
- Despacho n.º 2074/2009, de 15 de Janeiro – Estabelece os critérios técnicos para a determinação da densidade de carga de incêndio modificada.

Sinalização

- Decreto-Lei n.º 141/95, de 14 de Junho – Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 92/58/CEE, do Conselho, de 24 de Junho, relativa às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e saúde no trabalho.
- Portaria n.º 1456-A/95, de 11 de Dezembro – Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho.

Energia Elétrica

- Decreto-Lei n.º 740/1974, de 26 de Dezembro – Regulamento de Segurança de instalações de utilização de energia elétrica.

Equipamentos de trabalho

- Decreto-Lei n.º 50/2005, de 25 de Fevereiro – Transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 89/655/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, alterada pela Diretiva n.º 95/63/CE, do Conselho, de 5 de Dezembro e pela Diretiva n.º 2001/45/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Junho, relativa às prescrições mínimas de segurança e da saúde na utilização de equipamentos de trabalho.
- Decreto-Lei n.º 103/2008, de 24 de Junho – Estabelece as regras relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e respetivos acessórios, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio, relativa às máquinas e que altera a Diretiva n.º 95/16/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Junho, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros respeitantes aos ascensores.

Movimentação Manual de Cargas

- Decreto-Lei n.º 330/93, de 25 de Setembro – Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 90/269/CEE, do Conselho, de 29 de Maio, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde respeitantes à movimentação manual de cargas.

Agentes Químicos

- Decreto-Lei n.º 98/2010, de 11 de Agosto – Transpõe a Diretiva 2006/121/CE – Classificação, embalagem e rotulagem de substâncias perigosas para a saúde humana.
- Decreto-Lei n.º 24/2012, de 6 de Fevereiro – Consolida as prescrições mínimas em matéria de proteção dos trabalhadores contra os riscos para a segurança e a saúde devido à exposição a agentes químicos no trabalho e transpõe para a ordem interna a Diretiva n.º 2009/161/EU, da Comissão, de 17 de Dezembro de 2009, que estabelece uma terceira lista de valores limite de exposição profissional indicativos para a aplicação da Diretiva n.º 98/24/CE, do Conselho, de 7 de Abril de 1998, e altera a Diretiva n.º 2000/39/CE, de 0 de Junho de 2000.

Equipamentos de Proteção Individual

- Decreto-Lei n.º 348/93, de 1 de Outubro – Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 89/656/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de proteção individual no trabalho.
- Portaria n.º 988/93, de 6 de Outubro – Estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de proteção individual.
- Portaria n.º 1131/93, de 4 de Novembro – Estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de proteção individual (EPI).
- Portaria n.º 109/96, de 10 de Abril – Altera os anexos I, II, IV e V da Portaria n.º 1131/93, de 4 de Novembro.
- Portaria n.º 695/97, de 19 de Agosto – Altera os anexos I e V da Portaria n.º 1131/93, de 4 de Novembro.

Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais

- Lei n.º 98/2009, de 4 de Setembro – Regulamenta o regime da reparação de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, incluindo a reabilitação e reintegração profissionais, nos termos do artigo 284.º do Código do Trabalho, aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro.
- Decreto-Lei n.º 352/2007, de 23 de Outubro – Aprova a nova Tabela Nacional de Incapacidades por Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais, revogando o Decreto-Lei n.º 341/93, de 30 de Setembro.
- Decreto Regulamentar n.º 6/2001, de 5 de Maio – Aprova a Lista das Doenças Profissionais e o respetivo índice codificado.

- Decreto Regulamentar n.º 76/2007, de 17 de Julho – Altera o Decreto Regulamentar n.º 6/2001, de 5 de Maio, que aprova a lista das doenças profissionais e o respetivo índice codificado.

2.4 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica teve por base a metodologia de revisão sistemática referenciada em PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement*)¹.

Esta metodologia combina palavras-chave, realizando a pesquisa em várias bases de dados, o que garante que nenhum estudo referente ao tema seja excluído, esgotando-se todas as possibilidades de pesquisa.

A pesquisa foi realizada usando 4 Bases de Dados Científicas: *SCOPUS*, *Web of Science*, *Science Direct* e *Academic Search Complete*.

A busca foi efetuada utilizando palavras-chave combinadas entre si. As palavras-chave escolhidas foram: “Plating plastics”, “ABS”, “Risk”, “Risk Assessment”, “Hazards”, “Health”, “Safety”, “Hygiene”, “Exposure”, “Environment” e “Workers”.

¹ <http://www.prisma-statement.org/> (acedido em 10/10/2016)

As palavras-chave foram combinadas duas a duas, em todas as bases de dados como descrito na figura 2.

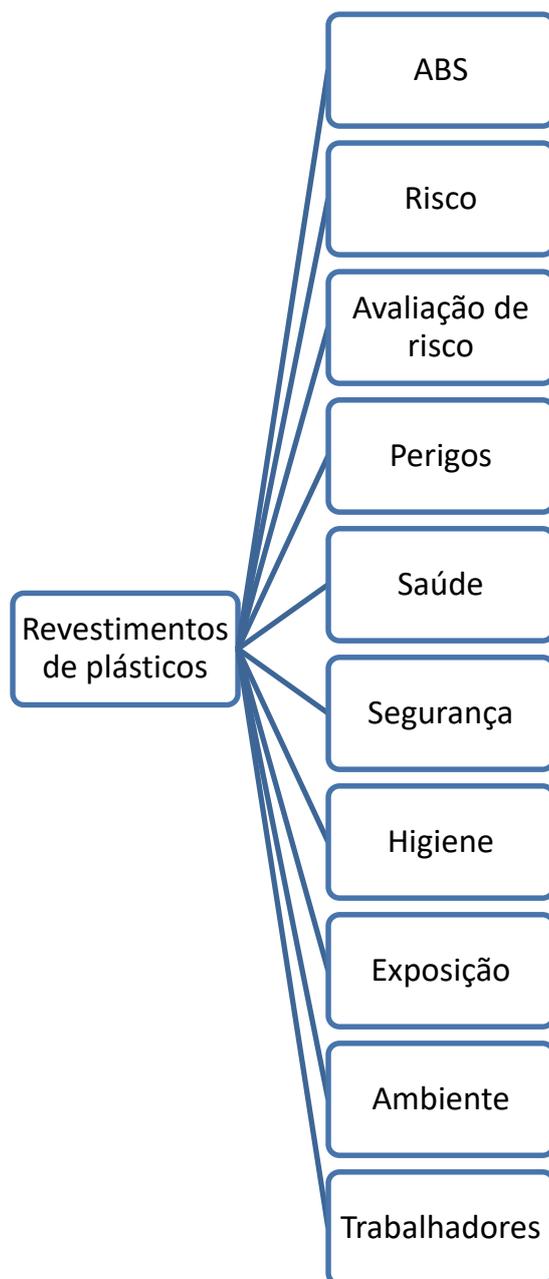


Figura 2 – Combinações das Palavras-Chave

De forma a refinar os resultados obtidos, foram adotados uma série de critérios de exclusão.

Assim, definiram-se os seguintes critérios de exclusão:

- Data: excluíram-se artigos anteriores a 2011;
- Tipo de artigo: aceitaram-se artigos, artigos de revisão e artigos em revistas/jornais científicos.
- Língua: excluíram-se artigos que não estivessem publicados em inglês;

- Fora de Tema: excluíram-se artigos que, pela leitura dos títulos, não se enquadravam no trabalho a desenvolver.

Finalizada a pesquisa bibliográfica, contabilizaram-se 74 artigos, tendo sido incluídos 7 artigos provenientes de pesquisa externa, dos quais após remoção dos duplicados e da aplicação dos critérios de exclusão e elegibilidade, restaram para análise 10 artigos.

Na figura 3, apresenta-se o esquema baseado no PRISMA da pesquisa bibliográfica e na tabela 1 a informação recolhida após meta-análise.

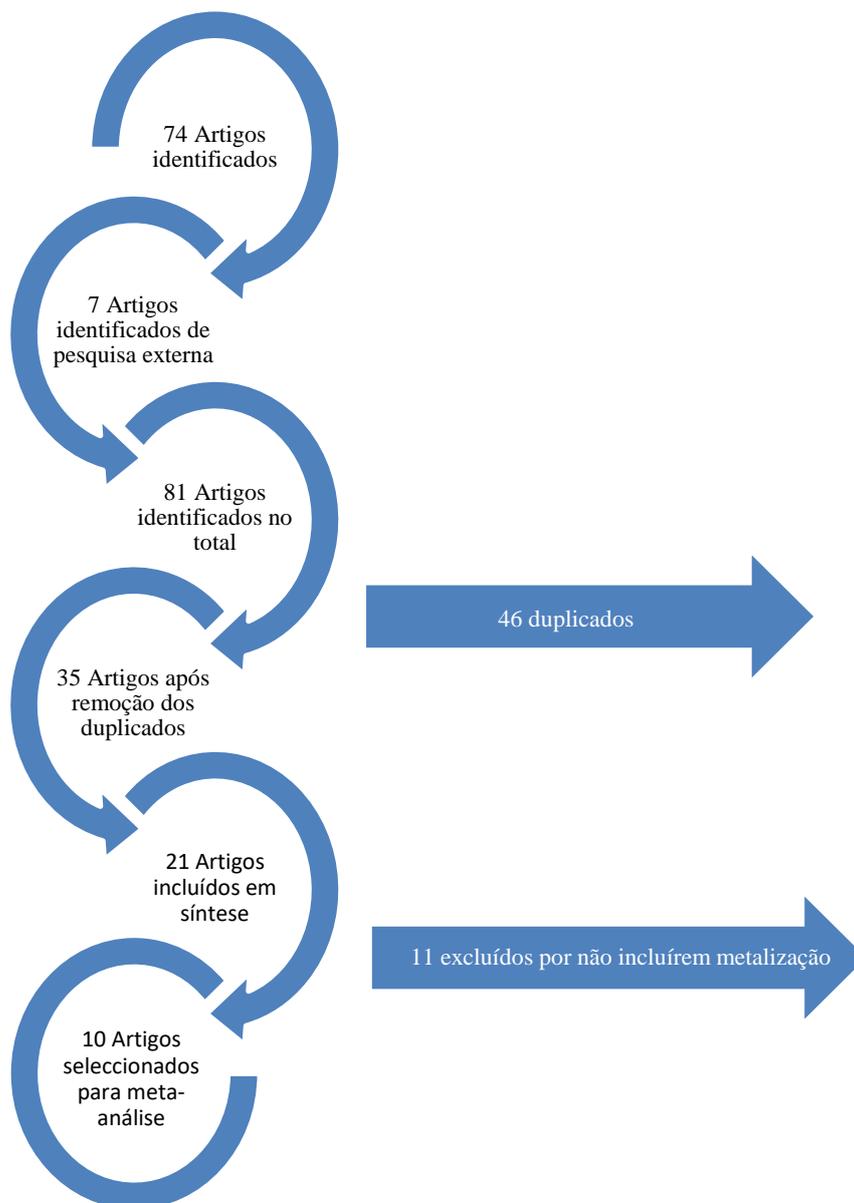


Figura 3 – Diagrama de artigos

Tabela 1 – Meta análise dos Artigos

Autores	Título	Ano	Informação relevante
Cristian, Alina and Bardac, D	<i>The noxious effects from galvanization sections on oral health</i>	2012	184 trabalhadores da indústria, 1/2 da produção e 1/2 zona administrativa. Exames médicos e questionários.
Linqing, Yang and Bo, Xia and Xueqin, et al	<i>Mitochondrial DNA hypomethylation in chrome plating workers</i>	2016	Relação entre exposição a Cr e a variações no DNA mitochondrial.
Marsh, Gary M. and Youk, Ada O. et al	<i>Work in the metal industry and nasopharyngeal cancer mortality among formaldehyde-exposed workers</i>	2007	7345 trabalhadores analisados a partir de causas de morte, entre outras, relação entre a área e incidência da doença.
Park, Jae-Hong and Hwang, Myung-Sil et al	<i>Risk assessment based on urinary bisphenol A levels in the general Korean population</i>	2016	Exposição a grandes quantidades de BPA pode resultar numa variedade de efeitos indesejados, como toxicidade reprodutiva.
Pesch, Beate and Kendzia, Benjamin et al	<i>Airborne exposure to inhalable hexavalent chromium in welders and other occupations: Estimates from the German MEGA database</i>	2015	Exposição a Cr6 usando valores da base de dados alemã MEGA.3659 medidas "pessoais" analisadas, colhidas entre 1994 e 2009.
Savu, Ovidiu and Bardac, Dorin	<i>Effects of respiratory hazards in galvanizing industry on nasal and pharyngeal mucosa.</i>	2015	2 grupos avaliados medicamente.
Silva, Marco and Neves, Miguel Corticeiro	<i>Risco de Exposição a Agentes Químicos em Indústria de Galvanoplastia</i>	2015	Avaliação da exposição segundo NTP330 e NTP934, NTP936 e NTP937.
Singhal, Vijay Kumar and Deswal, Balbir Singh and Singh, Bachu Narayan	<i>Study of skin and mucous membrane disorders among workers engaged in the sodium dichromate manufacturing industry and chrome plating industry.</i>	2015	Exames médicos e entrevistas durante 12 meses a vários trabalhadores.
Zendejdel, R. and Shetab-Boushehri et al	<i>{Chemometrics models for assessment of oxidative stress risk in chrome-electroplating workers}</i>	2014	Análise de toxicidade e possibilidade de categorização do risco nos trabalhadores da galvanoplastia, baseados em valores de "stress oxidativo" (indicado por análises sanguíneas).
Zhang, Xu-Hui and Zhang, Xuan et al	<i>Chronic occupational exposure to hexavalent chromium causes DNA damage in electroplating workers.</i>	2011	Níveis baixos de exposição a crómio 6 e consequências na saúde dos trabalhadores.

A informação recolhida diz, na sua maioria, respeito a estudos de aspetos ligados à saúde.

O que se conclui desta meta-análise, é que a exposição prolongada a agentes químicos com perigos para a saúde faz deteriorar a saúde dos trabalhadores, diminuir a sua esperança média de vida, conduz a alterações de ADN e toxicidade reprodutiva.

Quanto ao artigo dos portugueses Marco Silva e Miguel Neves, conclui-se que as tarefas que envolvem químicos perigosos devem ser avaliadas além do que as metodologias generalistas sugerem e permitem, devendo ser tido em atenção as características intrínsecas de cada agente bem como as suas possíveis adições, para que seja possível implementar medidas de controlo eficazes e que garantam a saúde dos trabalhadores.

2.5 Gestão e Avaliação de Riscos

Num processo de avaliação e gestão de riscos existe um grande leque de métodos que podem ser utilizados. A escolha por um deles depende do tipo de caso em avaliação e do balanço entre as vantagens e inconvenientes a eles inerentes.

Nas OHSAS 18001:2007 encontramos Segurança e Saúde no Trabalho (SST) definida como “condições e fatores que afetam, ou podem afetar, a segurança e saúde dos empregados e de outros trabalhadores (incluindo os trabalhadores temporários e pessoal subcontratado), dos visitantes e de qualquer outra pessoa que se encontre no local de trabalho”.

Assim, a SST tem por objetivo o controlo dos riscos a que todos os trabalhadores, colaboradores, vizinhanças e público em geral possam estar expostos, minimizando-os de forma contínua, até à sua eliminação ou até apresentarem situações de risco aceitável para a organização.

É necessário um planeamento cuidadoso para que sejam previstas todas as atividades realizadas na organização, tornando a monitorização e diminuição dos riscos, a que estão sujeitos todos os trabalhadores e visitantes, o mais eficiente possível. Apelida-se esta atividade de Gestão do Risco, composta pelas seguintes etapas fundamentais:



Figura 4 – Gestão do Risco

Conforme ilustra a figura 4, este processo é contínuo: concluída a avaliação das medidas implementadas, é necessária uma revisão de todas as atividades e tarefas presentes nos locais de trabalho, de modo a serem identificados novos perigos.

Nesta Dissertação pretende-se utilizar o método MARAT – Método de Avaliação do Risco de Acidente de Trabalho.

2.5.1 MARAT – Método de Avaliação de Riscos e Acidentes de Trabalho

O Método de Avaliação de Riscos e Acidentes de Trabalho (MARAT) permite identificar perigos, avaliar e quantificar a dimensão dos riscos associados às atividades operacionais estabelecendo uma classificação dos mesmos (Braz, 2014). Uma aplicação deste método pode ser vista em Braz, 2014. Este procedimento indica-nos o nível de risco da atividade em estudo, que é obtido através de uma fórmula específica, em que o nível de risco resulta do produto entre o nível de probabilidade e o nível de severidade ou consequência. Já o nível de probabilidade é obtido através do produto entre o nível de deficiência e o nível de exposição (Bulhões, 2014).

Este método tem como objetivo hierarquizar os riscos através da observação de fatos reais e de pressupostos predefinidos de modo a obter resultados fiáveis (Bulhões, 2014).

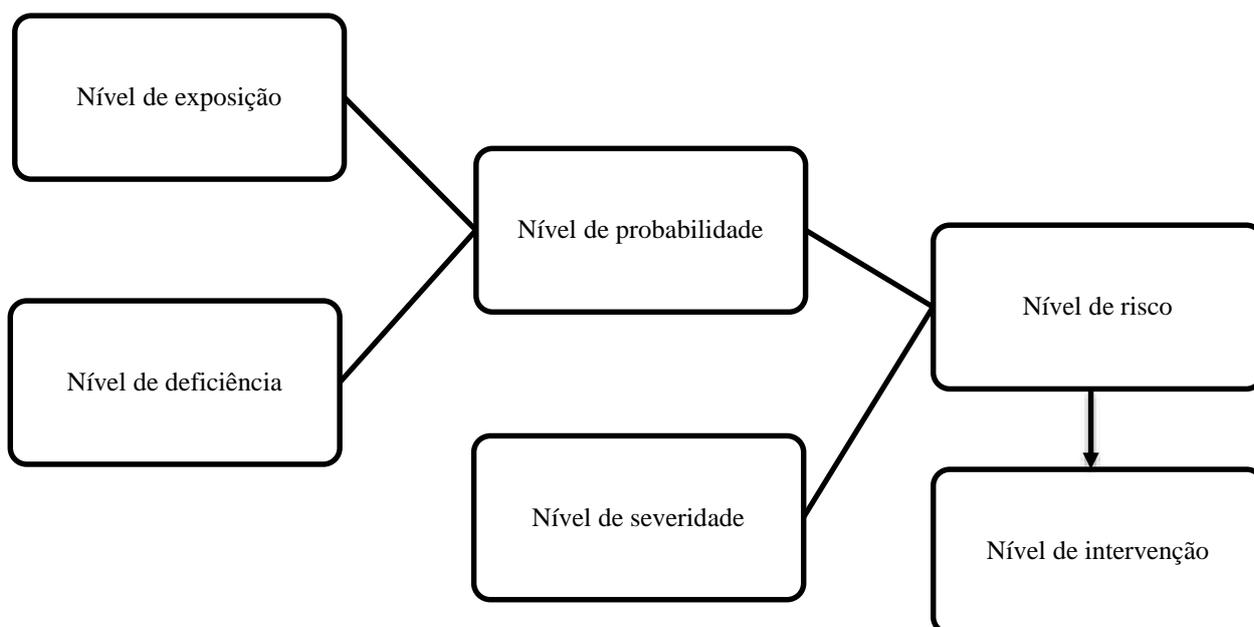


Figura 5 – Relação entre as variáveis que constituem o método MARAT

A explicação detalhada do método encontra-se em anexo (Anexo 1).

2.5.2 Metodologia COSHH Essentials

No que respeita à metodologia COSHH Essentials, esta foi desenvolvida para auxiliar as empresas na implementação das obrigações legais inerentes ao regime de controle de substâncias perigosas para a saúde em vigor no Reino Unido (HSE n.d.).

Esta metodologia segue o procedimento que se resume na figura seguinte:

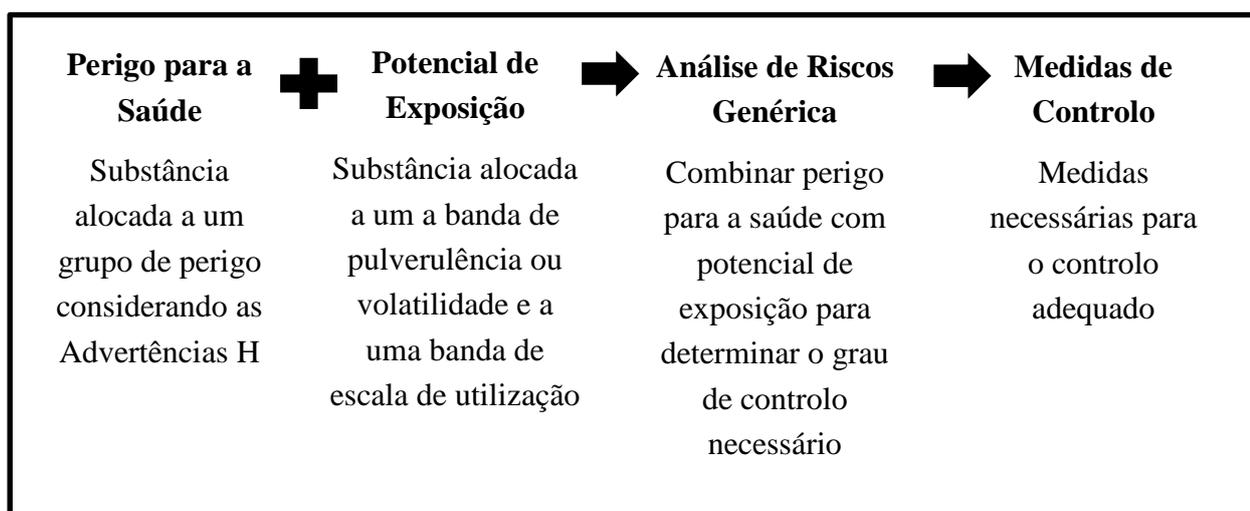


Figura 6 – Metodologia COSHH Essentials

De referir que, a metodologia só pode ser aplicada a líquidos e sólidos, não sendo aplicável a gases ou líquidos acima do respetivo ponto de ebulição, mas é aplicável tanto a substâncias como a misturas, uma vez que o ponto de partida da avaliação é a informação relativa a riscos para a saúde humana fornecida pelas frases de Risco (frases R) ou advertências de Perigo (H) que constam das FDS dos produtos químicos em questão (HSE, 2009).

A aplicação da metodologia é efetuada em quatro passos, que se descrevem em anexo (Anexo 2).

2.6 Processo de Metalização de ABS

2.6.1 Material Base: ABS – Acrilonitrilo Butadieno Estireno

O Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) é um copolímero produzido através de polimerização por emulsão ou em massa, do acrilonitrilo e estireno na presença de polibutadieno.

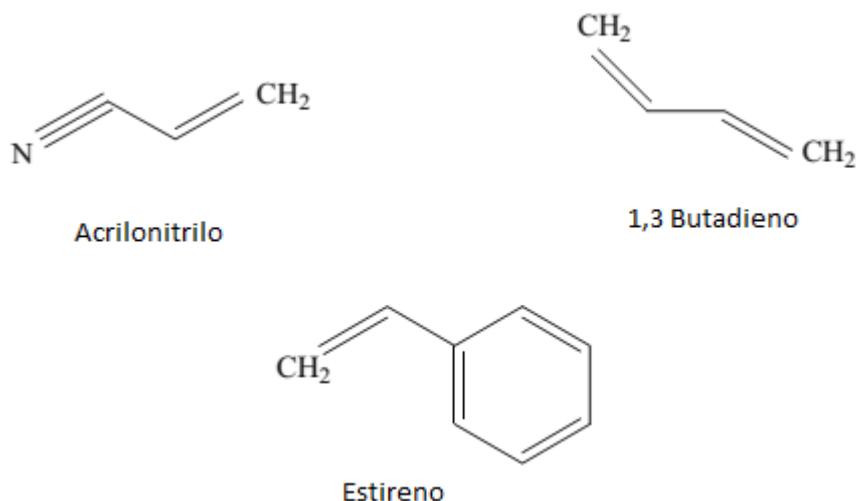


Figura 7 – Monómeros do copolímero ABS

As propriedades mais importantes do ABS são a sua rigidez e resistência ao impacto. Este copolímero pode ser usado na gama de temperaturas de -20°C a $+80^{\circ}\text{C}$ em ácidos diluídos, é resistente a álcalis, aos ácidos clorídrico e fosfórico concentrados, álcoois e óleos, mas é atacado pelos ácidos sulfúrico, nítrico e crômico concentrados.

2.6.2 Princípios Gerais da Eletrodeposição do ABS

A principal diferença entre os plásticos e os materiais metálicos destinados à eletrometalização é que os primeiros não são condutores.

Assim, torna-se imperativo promover a deposição duma camada metálica condutora por via química, i.e., sem corrente (“*electroless*”), para servir de base às camadas metálicas a eletrodepositar posteriormente.

A preparação inicial das peças numa solução de um oxidante tem em vista criar as condições para uma boa aderência do revestimento metálico. No caso do ABS, o butadieno é oxidado (solubiliza) proporcionando o aparecimento de inúmeros microporos à superfície que, posteriormente, servirão de suporte para a camada metálica a depositar quimicamente. Depois de criada a microrugosidade

superficial, as peças são imersas numa solução neutralizadora para eliminar o excedentário Cr(VI), convertendo-o em Cr(III) com um redutor (oxalato). Depois da neutralização as peças passam por uma solução ativadora contendo estanho e paládio sob a forma de clorocomplexos. Estes vão fixar-se na superfície do ABS através dos microporos criados pela oxidação do butadieno. Dependendo de outros fatores, as peças seguem para o banho de deposição química, onde recebem uma camada de cobre ou níquel, que vai servir de base à eletrodeposição de camadas sucessivas de cobre, níquel e crómio.

A peça injetada não-ativada tem uma superfície espelhada, que não entra em contacto com nenhuma solução da linha de preparação, que repele qualquer líquido da mesma forma que uma peça metálica suja de óleos e/ou gorduras repele a água antes de ser convenientemente desengordurada.

2.7 Processo Produtivo

Os Tratamentos de Superfície podem conferir a um determinado material base uma série de propriedades superficiais diferentes das suas, tais como, aspeto, resistência à corrosão a baixas ou altas temperaturas, luminosidade, tensão de rutura, resistência à fadiga, ductilidade, dureza, desgaste, condutividade elétrica, suscetibilidade magnética, condutividade térmica, etc. As propriedades de uma camada superficial dependem não só da sua composição química, mas também da estrutura e morfologia e espessura, as quais dependem, por sua vez, do modo como essa foi obtida. As camadas superficiais induzidas pelos Tratamentos de Superfície podem ser metálicas, cerâmicas, inorgânicas e orgânicas.

A principal atividade realizada na unidade II da DOURECA é o revestimento por galvanoplastia para fins decorativos.

As peças plásticas para revestir podem ter como origem o setor interno de injeção ou chegar do serviço subcontratado de injeção.

A galvanoplastia da DOURECA corresponde ao processo eletrolítico de deposição de metal sobre um material plástico, com fim decorativo.

Este processo ocorre em quatro linhas paralelas, interligadas entre si através de transferes, nomeadamente:

- Linha de carga de peça plástica e descarga de peça cromada (L1);
- Linha eletrolítica (L2);
- Linha química (L3);
- Linha de limpeza e armazenamento de bastidores (L4).

A linha química e a linha eletrolítica, L3 e L2, estão unidas em forma de U, através de um transfere. O processo é suportado por 15 transportadores. Toda a instalação é comandada mediante um complexo sistema de programação informático, que controla todo o processo produtivo.

A área isolada dispõe de uma estrutura dimensionada munida de canais de escoamento com uma profundidade que pode ir de 50 a 80 cm, os quais permitem manter a zona limpa e garantir o transporte de águas residuais e de produtos, perigosos e não perigosos, para a estação de tratamento - ETAR. O mesmo pode verificar-se na figura 8, que mostra a construção desta estrutura.

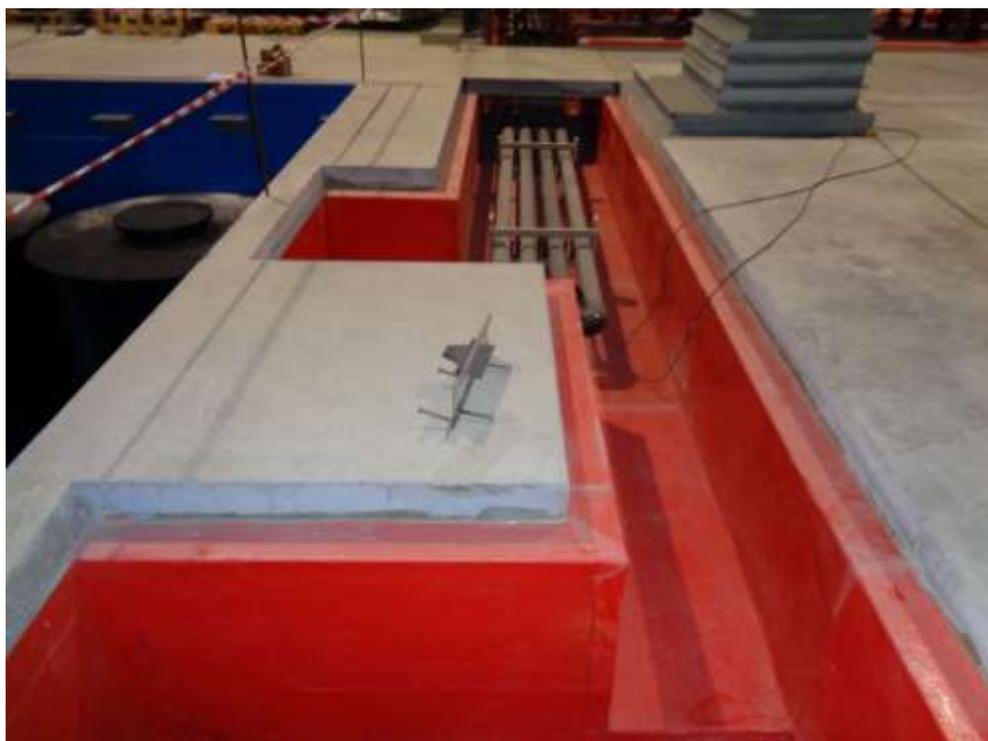


Figura 8 – Canais de escoamento

O processo tem início na L1, Posições de Carga, onde a peça plástica é colocada manualmente nas suspensões ou bastidores utilizando ferramentas próprias. Estas são, pois, o suporte das peças durante toda a sua sequência processual e, por isso, têm de manter as suas características condutoras e evitarem o máximo de perdas de metal. Deste modo, são revestidas por plástico, material não condutor, para impedir a sua metalização. Apenas os pontos que suportam as peças estão a descoberto, sendo estes desenhados de forma a não exercerem pressões que possam deformar as peças. Uma vez carregadas as peças nos bastidores próprios, começa um complexo processo subdividido em três etapas: o Processo Químico, o Processo Eletrolítico e o Processo de Desmetalização de Ferramentas.

2.8 Ciclo Operativo da Metalização do ABS

O diagrama processual da metalização de superfícies não metálicas pode dividir-se em dois sectores: Preparação de superfícies e Deposição metálica.

2.8.1 Preparação de Superfícies

A preparação de superfícies é fundamental para a posterior metalização, e as respetivas etapas estão sumarizadas na figura 9.

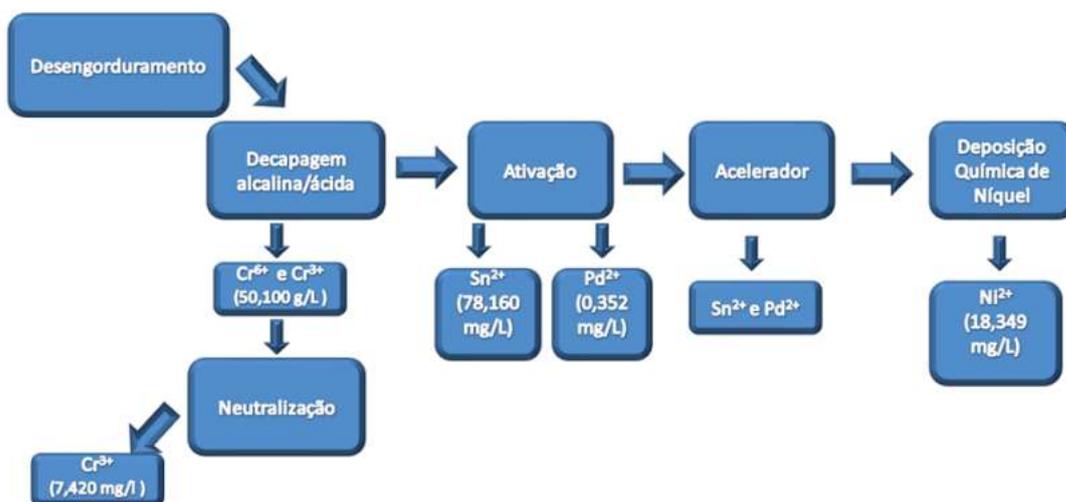


Figura 9 – Processos da Preparação de Superfícies

2.8.1.1 Decapagem e Neutralização

Após o desengorduramento, para eliminar gorduras, a decapagem de superfícies metálicas visa eliminar as camadas de óxidos presentes na superfície das peças, a fim de que o posterior revestimento tenha uma boa aderência. Pode efetuar-se por via mecânica (jato de areia ou de granalha), eletroquímica (catódica, anódica ou corrente alternada) e química (ácidos inorgânicos ou bases), esta última a mais vulgarizada.

As operações de decapagem são responsáveis por grande parte das lamas e resíduos líquidos, ácidos e alcalinos, gerados nos processos de tratamentos de superfície.

Nas superfícies não metálicas, como é o caso do ABS, a decapagem visa criar uma microrugosidade superficial por via do ataque da ligação dupla do butadieno por um oxidante

(ácido crómico, permanganato, água oxigenada, etc.), figura 10. Na Doureca usa-se uma solução concentrada de ácido crómico a quente (60-70°C).

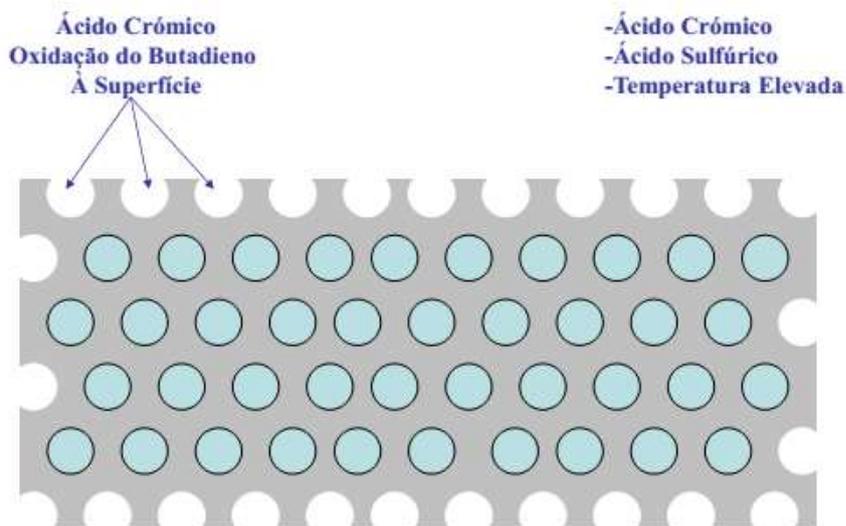
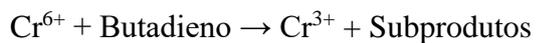
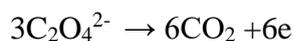


Figura 10 – Decapagem – Oxidação Química

Após a decapagem química segue-se uma operação de lavagem e neutralização (com um redutor, ácido oxálico) com a finalidade de reduzir o Cr(VI) a Cr(III).



2.8.1.2 Sensibilização-Ativação

Esta etapa destina-se à adsorção na superfície de cloro-complexos de estanho e paládio, dando-se a redução do Pd(II) a Pd(0) por ação do Sn(II) que passa a Sn(IV). Nas cavidades do ABS criam-se micelas, i.e., partículas negativamente carregadas com a dimensão da ordem do nanómetro, figura 11.

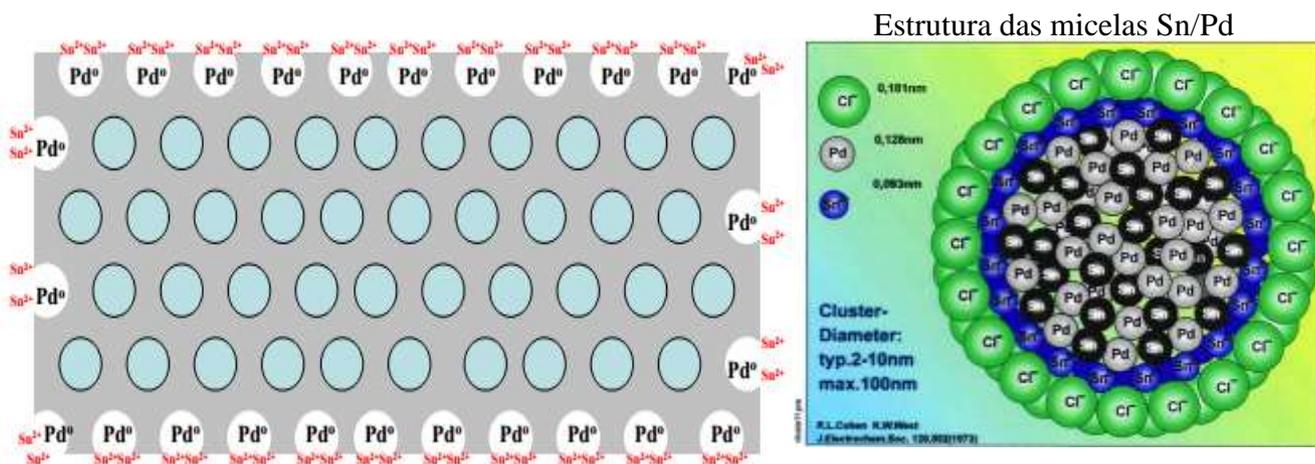


Figura 11 – Sensibilização-Ativação

2.8.1.3 Aceleração

Remoção dos cloro-complexos de estanho que rodeiam o Pd e o restringem de atuar cataliticamente no sistema, através da utilização de ácidos normalmente inorgânicos, como por exemplo, o ácido clorídrico.

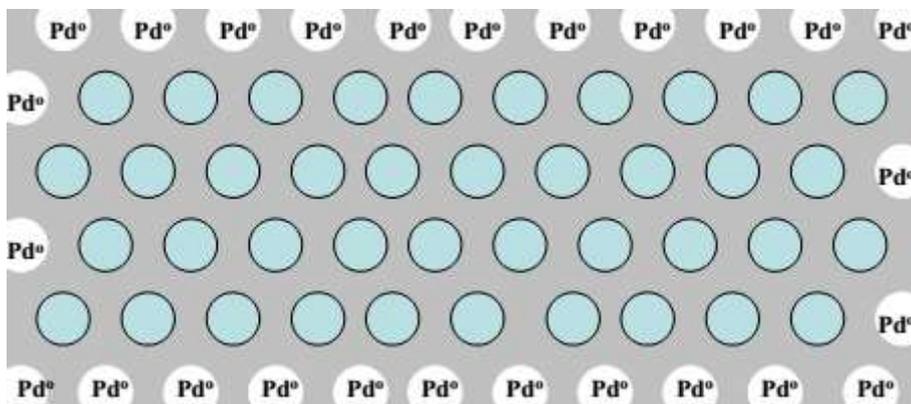


Figura 12 – Aceleração

2.8.2 Deposição Metálica (Métodos de Revestimento)

A figura 13 mostra a sequência dos diferentes revestimentos eletrolíticos depositados sobre o copolímero após a neutralização e deposição química (“electroless”) de Cu ou Ni.

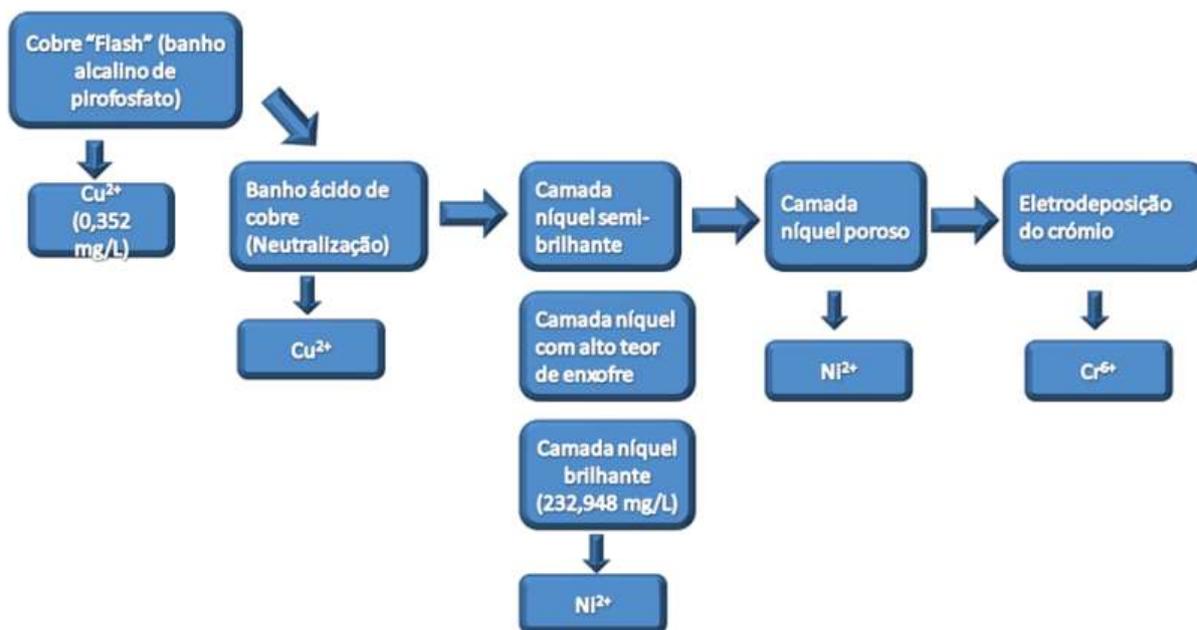


Figura 13 – Processos de Revestimentos Eletrolíticos

2.8.2.1 Revestimento metálico por via química

As nanopartículas de paládio metálico vão agora servir de sede a um sistema redox do tipo células de ação local, onde o catião do metal, níquel ou cobre se reduz, e o redutor formaldeído, é oxidado. De facto, as propriedades catalíticas do Pd permitem a oxidação do formaldeído (áreas anódicas), e os eletrões libertados circulando para as áreas catódicas reduzem o catião metálico (cobre ou níquel) à sua forma elementar. A velocidade desta reação redox é lenta, mas o suficiente para que ao fim de poucos minutos se tenha um estrato condutor metálico uniforme na superfície do material base. As figuras que seguem dão uma ideia de como evolui todo este processo de cobreagem ou niquelagem química – deposição “*electroless*”.

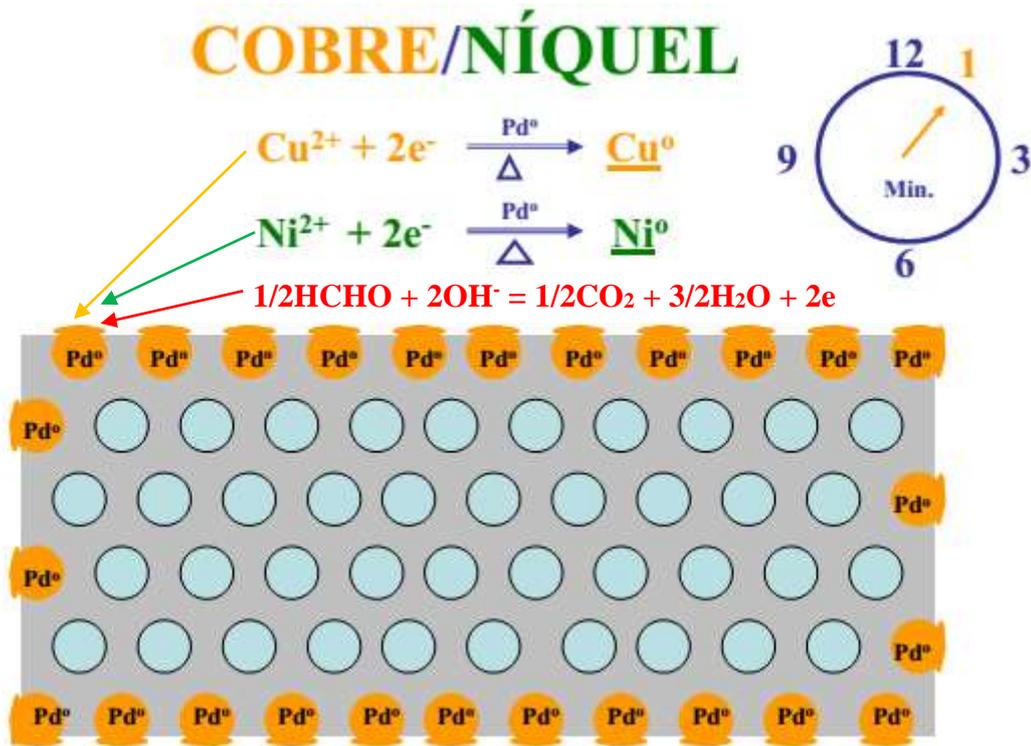


Figura 14 – Formação de ilhas de Cobre/Níquel

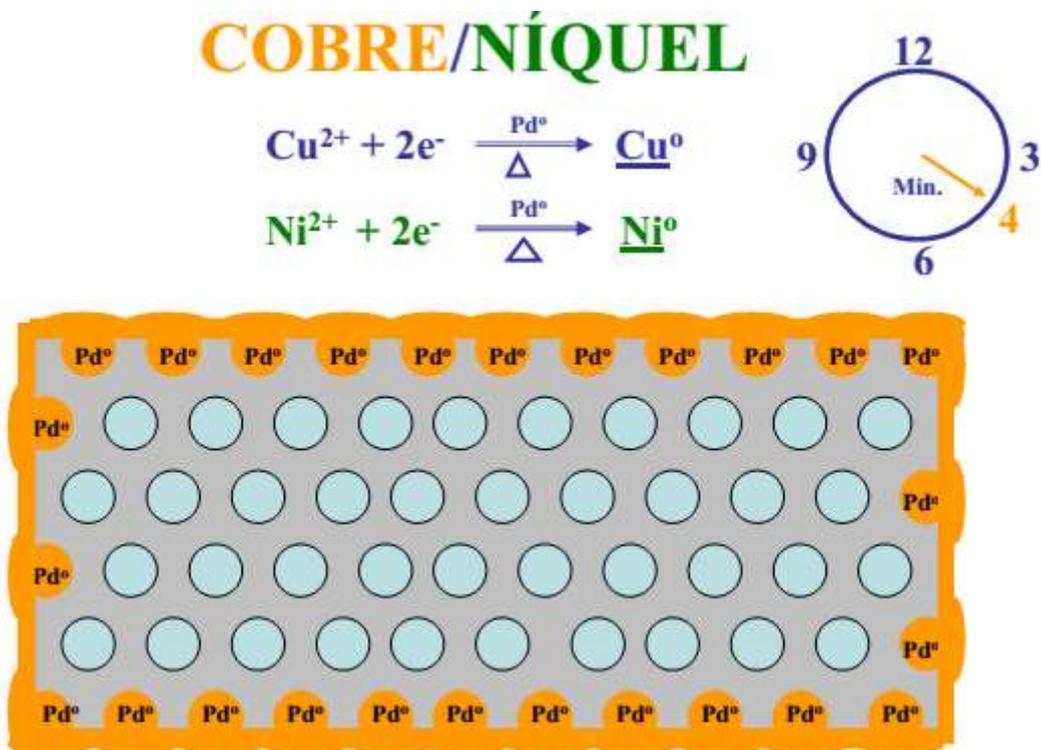


Figura 15 – Ancoragem das ilhas metálicas

COBRE/NÍQUEL

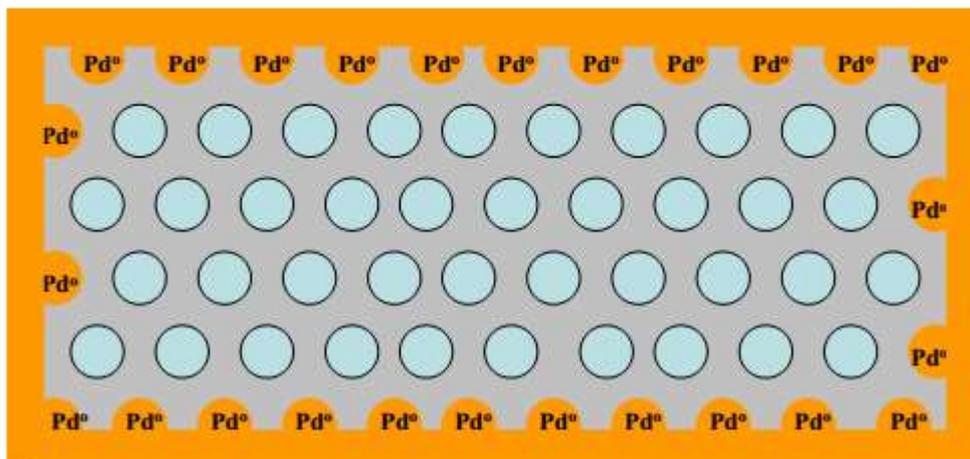
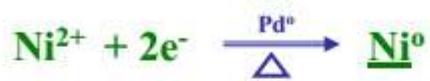


Figura 16 – Cobre depositado uniformemente na superfície por via química

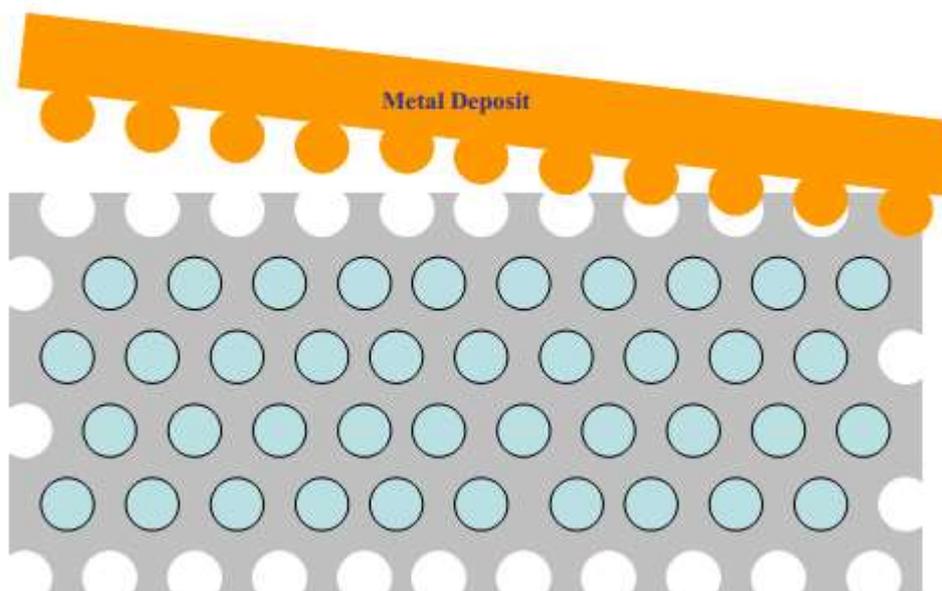


Figura 17 – Adesão do revestimento electroless (ancoragem pelas saliências e cavidades)

2.8.2.2 Revestimento metálico por via eletrolítica

O metal do revestimento está dissolvido no banho sobre a forma catiónica. Pela aplicação de uma corrente elétrica exterior dá-se a reação eletroquímica de deposição do metal na superfície da peça (cátodo) que proporciona o revestimento pretendido.

Nas figuras seguintes, apresentam-se algumas montagens e pormenores inerentes á electrodeposição de Cobre ou de Níquel no contexto do fluxograma da empresa.

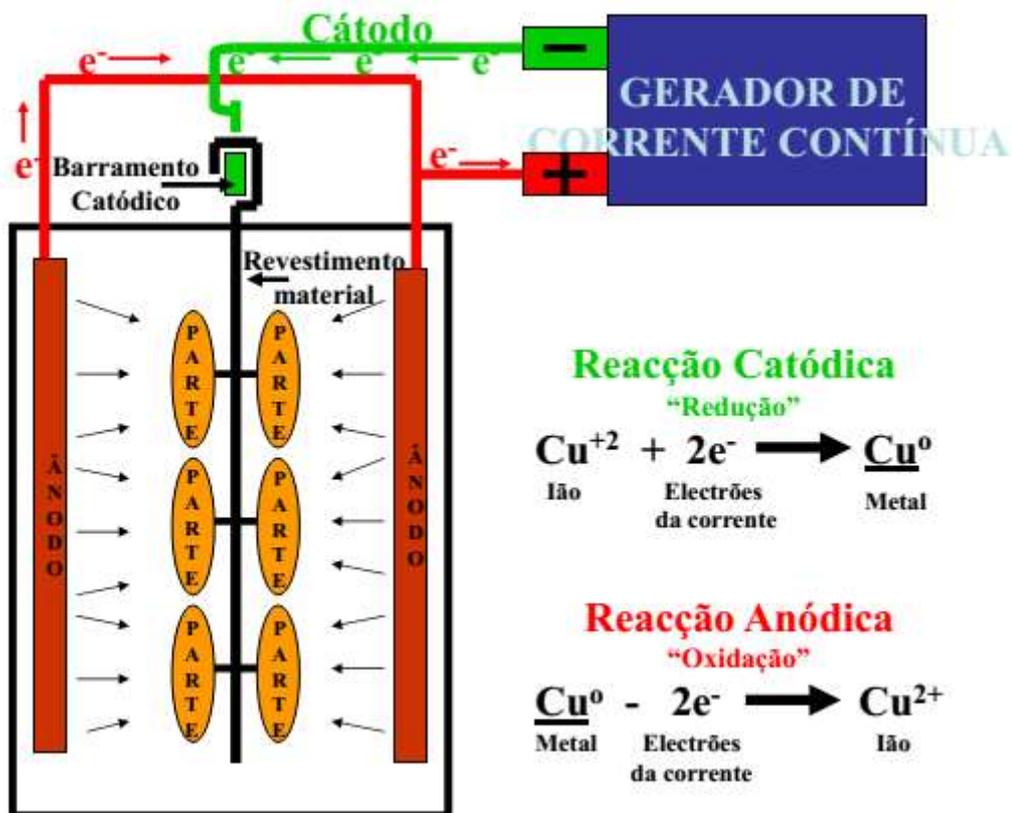


Figura 18 – Eletrodeposição de Cobre

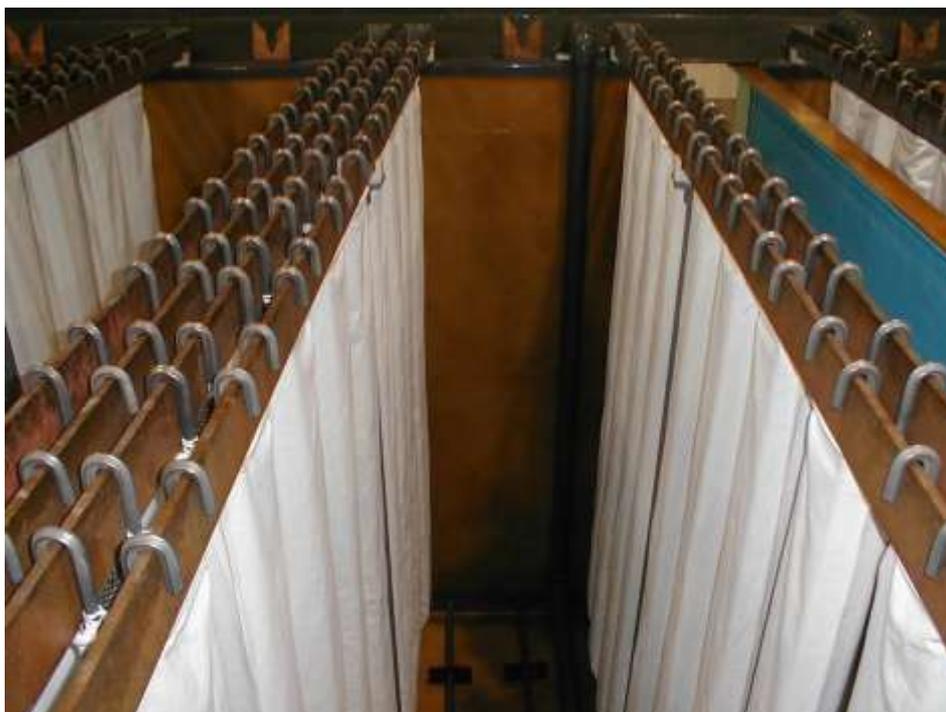


Figura 19 –Ânodos de Cobre em sacos de polipropileno para evitar perdas de metal ou impurezas para o banho

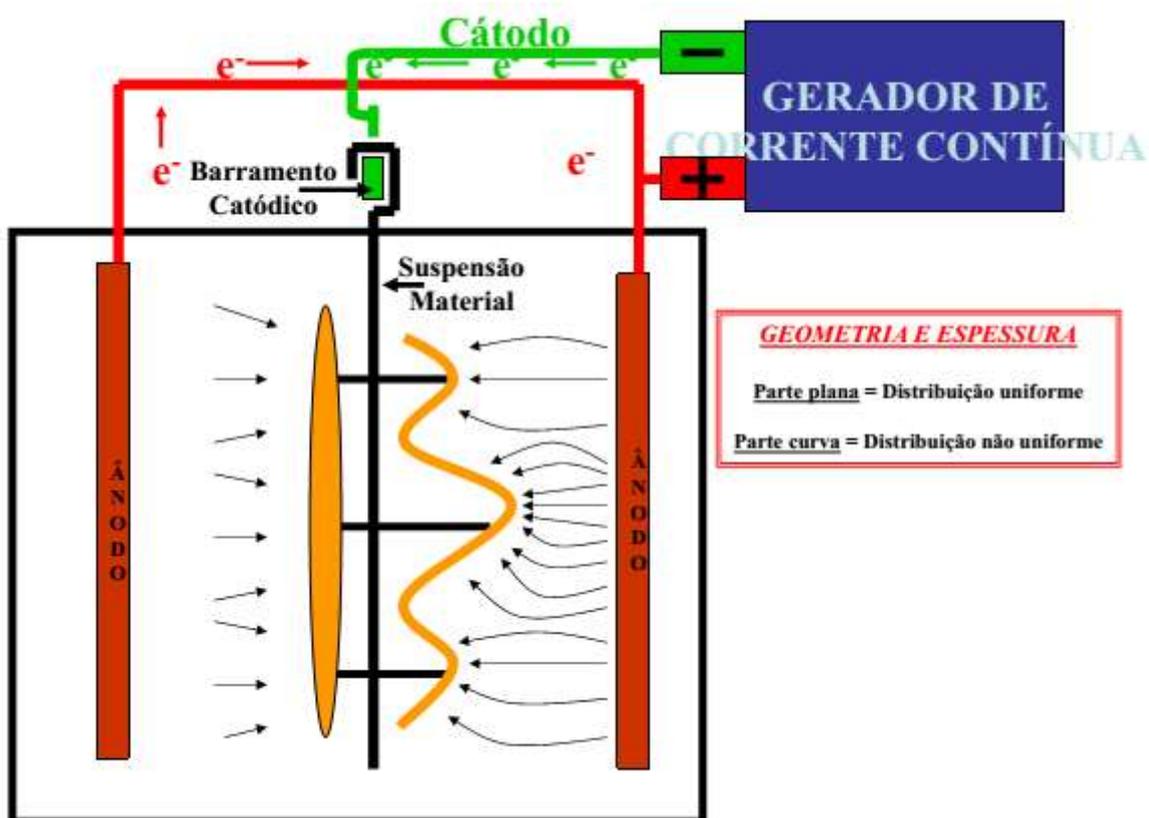


Figura 20 –Posicionamento do cátodo para um revestimento total das peças

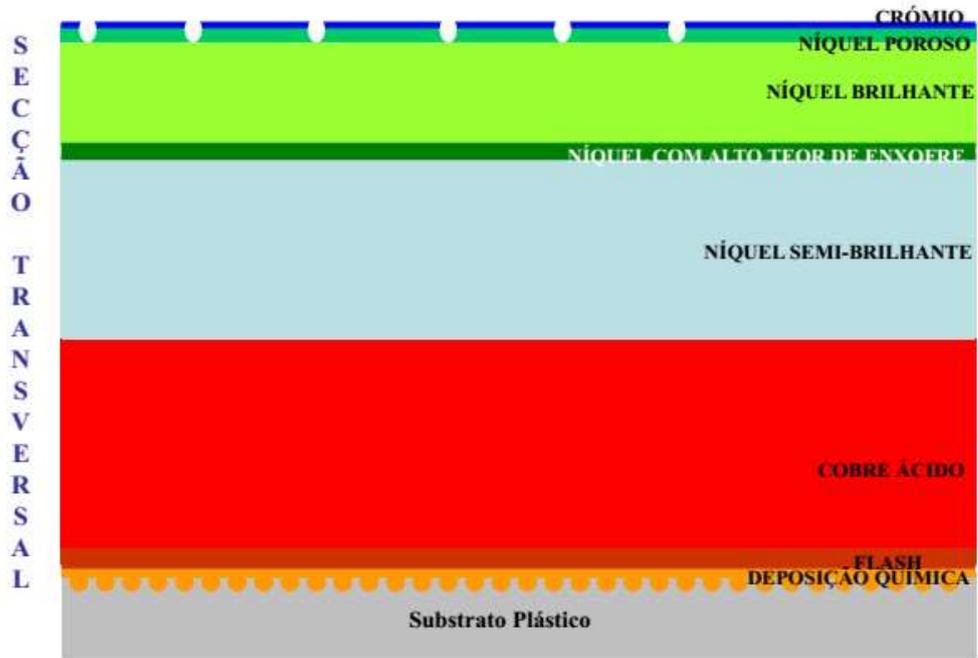


Figura 21 – Seção transversal das várias camadas metálicas depositadas sobre o ABS

2.9 Perigos e Riscos assinalados

Na tabela 2 estão mencionados alguns dos perigos e riscos associados à indústria de galvanização.

Tabela 2 – Níveis de Risco e Prioridades de Intervenção

<p>Perigos Vários</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quedas ao mesmo nível; • Choques elétricos; • Queimaduras; • Cortes; • Danos oculares; • Fogo e explosão; • Entre outros.
<p>Riscos Físicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ruído; • Radiação infravermelha; • Entre outros
<p>Riscos Químicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição a solventes orgânicos; • Ingestão ou inalação de químicos; • Dermatites de contacto; • Irritação das mucosas; • Entre outros
<p>Riscos Ergonómicos, Psicossociais e Organizacionais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões músculo-esqueléticas; • Desconforto e problemas relacionados com o uso prolongado de EPI's; • Descontentamento com medidas organizacionais; • “Medos” da atividade.

2.10 Objetivos da Dissertação

Sendo a Doureca uma empresa de referência a nível nacional no setor da metalização de plásticos e sendo esta uma área um pouco desconhecida por mim, após uma visita à unidade industrial surgiu a oportunidade de realizar a Dissertação tendo por base esta indústria, oportunidade essa que além da Dissertação me permitiu ficar a conhecer mais uma área de negócio.

Assim, sabendo que este tipo de indústria tem problemas de índole ambiental e de higiene e segurança no trabalho, analisar-se-ão todas as operações que compõem o seu diagrama de fabrico evidenciando o impacto daí resultante para o ambiente e trabalhadores (através de análise e avaliação do risco), através do método MARAT, aplicar-se-á a Metodologia COSHH Essentials para inferir sobre as abordagens de controlo recomendadas e avaliar-se-á a exposição a agentes químicos e respetivo cumprimento dos VLE, procurando eventualmente sugerir alternativas que melhorem o desempenho no contexto ambiental e da SST da unidade industrial escolhida para o efeito, o qual poderá mesmo repercutir-se na vertente económica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais e Métodos

A execução desta Dissertação obedeceu a 5 fases principais:

1. Identificação de fatores de risco (visita às instalações, acompanhamento de jornadas laborais, ...);
2. Análise e avaliação de riscos, mediante a aplicação da Metodologia MARAT;
3. A partir da avaliação do risco de exposição a agentes químicos, aplicação da metodologia COSHH Essentials;
4. Análise do relatório de exposição a agentes químicos;
5. Interpretação e cruzamento dos dados do relatório com as Normas e/ou Legislação vigente.

3.2 Metodologia Geral

O desenvolvimento do estudo, após pesquisa, iniciou-se com uma identificação e caracterização das atividades desenvolvidas.

De seguida foram selecionadas zonas, designadamente aquelas onde a probabilidade de ocorrência de um acidente produza, teoricamente, danos maiores.

Por forma a ser possível proceder a uma avaliação de riscos, foi efetuada a caracterização das tarefas a executar, bem como das medidas de prevenção ou proteção existentes, recorrendo a:

- Observação direta;
- Entrevista/ Conversa com trabalhadores;
- Entrevista/ Conversa com empregador.

Adicionalmente foram recolhidas cópias das FDS dos produtos químicos utilizados, bem como as fichas de controlo e preparação dos banhos e ainda, relatórios de análises à qualidade do ar e à exposição dos trabalhadores a agentes químicos.

Uma vez recolhidos os elementos considerados relevantes, procedeu-se à realização da avaliação de riscos pelo método MARAT.

Atendendo a que nas tarefas em análise a exposição a agentes químicos assume particular relevância, foi efetuado um estudo específico e mais aprofundado da questão, recorrendo-se a:

- Análise Quantitativa – Análise da exposição a agentes químicos;
- Análise Qualitativa – aplicação da metodologia de análise de riscos COSHH Essentials.

Para complementar, foi efetuado um cruzamento de dados relativamente a emissões de agentes químicos, a sua exaustão e tratamento.

PARTE 2

4 RESULTADOS

4.1 Aplicação método MARAT

Nas tabelas 4 e 5, apresentam-se os resultados obtidos com a aplicação da metodologia de análise e avaliação de riscos MARAT, às tarefas associadas à Manutenção e à Linha de Tratamento de ABS.

São apresentadas estas tarefas uma vez que são as fases onde existem trabalhos pontuais, que por vezes as empresas tendem a deixar para segundo plano, que mostraram piores resultados e assim, requerem mais atenção.

Para que seja de mais fácil compreensão os valores adotados na aplicação da metodologia, nas figuras seguintes são apresentadas fotos reais de uma jornada laboral.



Figura 22 – Utilização dos bastidores para transporte de ânodos de cobre



Figura 23 – Adição de água aos banhos



Figura 24 – Limpeza dos tanques sem e com máscara



Figura 25 – Aviso de uso de EPI's

A tabela 3 estabelece a prioridade para a implementação de medidas e conforme a avaliação de riscos apresentada podem tirar-se as seguintes conclusões:

Tabela 3 – Níveis de Controle

Nível de Controle	NC	Significado
I	3600 a 10850	Situação crítica. Intervenção imediata.
II	1240 a 3100	Situação a corrigir. Adotar medidas de controle.
III	360 a 1080	Situação a melhorar.
IV	90 a 300	Melhorar se possível justificando a intervenção.
V	10 a 80	Intervir apenas se uma análise mais pormenorizada o justificar.

Na tarefa designada “Tratamento de plásticos”:

- Não foi detetada nenhuma situação de risco que requer a tomada de medidas imediatas, que estão identificadas com Nível de Controlo I (a vermelho).
- Foi detetada uma situação de risco que requer uma correção através de medidas de controlo, identificadas com Nível de Controlo II (a laranja).
 - Dosear e manipular os produtos químicos de acordo com as instruções contidas nas FDS de cada produto e garantir que os colaboradores utilizam sempre os EPI’s adequados aos riscos a que estão expostos.
- Foram detetadas várias situações de risco que requerem a tomada de medidas que devam ser melhoradas e que se encontram identificadas com Nível de Controlo III (a amarelo).
 - Manter os tanques com informação que indique os produtos químicos que se encontram no seu interior;
 - Proceder à identificação das diferentes tubagens da linha de tratamento;
 - Garantir que os produtos químicos são manipulados e armazenados de acordo com as informações da FDS ou do rótulo do produto;
 - Não permitir que pessoas inexperientes, ou sem formação executem tarefas para as quais não estão habilitadas;
 - Garantir que as embalagens são mantidas fechadas;
 - Garantir que o manuseamento de produtos químicos é feito com dispositivos que minimizem o impacto no caso de acidente;
 - Promover a manutenção preventiva dos equipamentos relacionados com a qualidade do ar na atmosfera de trabalho.

Na tarefa designada “Trabalhos de Manutenção”:

- Foram detetadas duas situações de risco identificadas com Nível de Controlo II (a laranja);
 - Devem intensificar a utilização de dispositivos Lockout de modo a impedir o acionamento dos equipamentos que estão a ser alvo de manutenção;
 - Garantir que os trabalhadores utilizem sempre os EPI’s adequados ao risco a que estão sujeitos aquando da limpeza dos tanques;
 - Formar e alertar para a necessidade de utilização dos EPI’s uma vez que a exposição prolongada, por exemplo ao crómio hexavalente, que é uma substância carcinogénica;
 - Diminuir a permanência nos bastidores quando estes se encontram em movimento.
- Foram detetadas situações de risco que podem ser melhoradas e que se encontram identificadas com Nível de Controlo III (a amarelo), no entanto, e na sua maioria, as situações identificadas relacionam-se com a tarefa desenvolvida.

Tabela 4 – Tratamento Plástico/ ABS

Tarefa	Perigo	Riscos	Consequências	ND	NE	NP	NS	NR	Nível de intervenção/controlo				
									NC 1	NC 2	NC 3	NC 4	NC 5
Tratamento plásticos	Circulação no local de trabalho	Quedas ao mesmo nível	Lesões diversas	2	5	10	60	600			600		
	Qualidade do ar	Atmosfera saturada	Afeções respiratórias	1	5	5	155	775			775		
	Iluminação dos postos de trabalho	Iluminação insuficiente ou excessiva	Fadiga visual. Stress. Cefaleias	1	5	5	60	300				300	
	Doseamento manual de produtos químicos	Derrame de produtos. Libertação de gases e vapores. Contato do produto com o corpo.	Intoxicação. Irritação. Queimaduras.	2	5	10	155	1550		1550			
	Recipientes com produtos químicos (tanques linhas de tratamento)	Desconhecimento do produto existente no local	Intoxicação. Irritação. Queimaduras.	1	5	5	90	450			450		
	Tubagens de transporte de produtos químicos.	Desconhecimento do produto existente no local	Intoxicação. Irritação. Queimaduras.	1	5	5	90	450			450		
	Equipamentos Elétricos e quadros elétricos	Contato com elementos eletrizados.	Eletrização	1	5	5	60	300				300	
	Exposição a diversos fatores de risco por manipulação de produtos químicos.	Contato com o fator de risco	Intoxicação. Irritação. Queimaduras.	2	5	10	90	900			900		
	Movimentação manual de cargas	Sobre esforço	Lesões músculo esqueléticas	1	5	5	25	125				125	

Tabela 5 – Manutenção

Tarefa	Perigo	Riscos	Consequências	ND	NE	NP	NS	NR	Nível de intervenção				
									NC 1	NC 2	NC 3	NC 4	NC 5
Trabalhos de Manutenção	Utilização de tintas e outros produtos	Manipulação inadequada	Intoxicações. Dermatoses	1	5	5	90	450			450		
		Armazenagem inadequada das embalagens	Intoxicações. Dermatoses. Lesões diversas	1	5	5	90	450			450		
	Circulação no local de trabalho	Quedas ao mesmo nível	Lesões diversas	1	5	5	60	300				300	
	Qualidade do ar	Atmosfera saturada	Afeções respiratórias	1	5	5	60	300				300	
	Manutenção de equipamentos na unidade industrial	Contato com elementos motrizes ou acionamento involuntário de equipamentos.	Lesões diversas	6	5	30	60	1800		1800			

Iluminação dos locais onde decorrem os trabalhos de manutenção	Iluminação insuficiente	Fadiga visual. Stress. Cefaleias	2	5	10	60	600			600		
Trabalho em espaços que obrigam à adoção de más posturas	Adoção de más posturas	Lesões músculo esqueléticas	2	5	10	90	900			900		
Equipamentos Elétricos	Contato com elementos eletrizados.	Eletrização	2	5	10	90	900			900		
Existência de materiais combustíveis nos locais onde executam serviços de manutenção	Incêndio	Danos diversos	1	5	5	90	450			450		
Exposição a diversos fatores de risco por manipulação de produtos químicos	Contato com o fator de risco	Irritação. Intoxicação. Queimaduras.	2	5	10	90	900			900		

Limpeza e manutenção dos banhos/tanques	Manipulação inadequada e/ou contato com o fator de risco	Irritação. Intoxicação. Queimaduras. Dermatoses. Lesões diversas	6	3	18	90	1620		1620		
Trabalhos em altura	Queda em altura	Lesões diversas. Traumatismos.	1	3	3	155	465			465	
Movimentação manual de cargas	Sobre esforço	Lesões músculo esqueléticas	1	5	5	25	125				125
Utilização de equipamentos de trabalho	Utilização indevida	Lesões diversas	2	5	10	60	600			600	

4.2 Metodologia COSHH Essentials

Para efeito de análise de risco (qualitativa) de exposição a agentes químicos no local de trabalho foi aplicada a metodologia COSHH Essentials.

A aplicação desta metodologia, disponível on-line, foi efetuada para 5 banhos da linha de tratamento (em anexo, apresenta-se tabela com o levantamento dos constituintes dos banhos e respectivas frases de advertência).

A tabela 6 apresenta a informação usada para aplicação da metodologia.

Tabela 6 – Informações das FDS e fichas de preparação dos banhos

<u>Tina</u> (s)	<u>Banho</u>	<u>T(°)</u>	<u>t(min)</u>	<u>Reagentes</u>	<u>Advertências de perigo</u>
69	<i>Pré-tratamento</i>	40 a 50	3 a 5	Adhemax PW1	H302;H318
70	<i>Mordentado</i>	66 a 70	6 a 30	Ácido Crómico	H290;H301;H310;H314;H317;H331;H334;H335;H340;H350;H361f;H372;H410
71				Ácido Sulfúrico	H314
72				Macuplex L-500	H314;H332;H340;H350
73				Wetting Agent Cr	H318
73				Wetting Agent PF2	H302;H318
136	<i>Cobre ácido ATO</i>	21 a 28	42 a 60	Macuplex Floenx	H351;H360FD;H362;H373
136				Sulfato de Cobre	H302; H315; H319; H400; H410
139				Ácido Sulfúrico	H314
139				Cloreto de Sódio	Não Classificado
139				Make Up Cupracid	H301; H302; H315; H319; H400; H410; H314; H317
170	<i>Crómio</i>	40 a 45	3 a 6	Nivelante Cupracid Ultra Parte A	H301; H314; H317; H318; H373; H400; H410
171				Abrilhantador Cupracid Ultra Parte B	H290; H301; H314; H315; H317; H318; H319; H400; H410; H411
171				DC - 15	H290;H301;H310;H314;H317;H331;H334;H335;H340;H350;H361f;H372;H410
155	<i>Níquel S</i>	56 a 60	10 a 15	Ácido Sulfúrico	H314
155				Proquel TR - 33	H319; H351; H360FD; H362; H373; H412
156				Sulfato de Níquel	H302; H332; H315; H317; H334; H341; H350i; H360D; H372; H410
156				Cloreto de Níquel	H350i; H341; H331; H301; H372; H315; H334; H317; H400; H410
156				Ácido Bórico	H360FD
156	Supreme Plus P1	H226; H301; H310; H311; H314; H317; H319; H331; H332; H373; H411			
156	Supreme Plus P2	H226; H301; H310; H311; H314; H317; H319; H331; H332; H373; H411			

Na Tabela 7 apresenta-se um resumo dos cenários testados e dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia, incluindo-se em Anexo as fichas de controlo.

Tabela 7 – Resumo dos cenários testados

Banho	Cenários	Resultados	
		Abordagem de controle recomendada	Fichas de orientação de controlo aplicáveis
Pré - tratamento	2 vezes por dia, 5 minutos	Controlo de Engenharia	G200; G202; G221; S100; S101
	4 vezes por dia, 5 minutos	Contenção	G300; G319; S100; S101
	8 vezes por dia, 5 minutos	Contenção	G300; G319; S100; S101
Mordentado	2 vezes por dia, 30 minutos	Especial	G400; G402; S100; S101
	4 vezes por dia, 30 minutos	Especial	G400; G402; S100; S101
	8 vezes por dia, 30 minutos	Especial	G400; G402; S100; S101
Cobre ácido	2 vezes por dia, 60 minutos	Contenção	G300; G319; S100; S101
	4 vezes por dia, 60 minutos	Contenção	G300; G319; S100; S101
	8 vezes por dia, 60 minutos	Contenção	G300; G319; S100; S101
Crómio	2 vezes por dia, 6 minutos	Especial	G400; S100; S101
	4 vezes por dia, 6 minutos	Especial	G400; S100; S101
	8 vezes por dia, 6 minutos	Especial	G400; S100; S101
Níquel	2 vezes por dia, 15 minutos	Especial	G400; G402; S100; S101
	4 vezes por dia, 15 minutos	Especial	G400; G402; S100; S101
	8 vezes por dia, 15 minutos	Especial	G400; G402; S100; S101

No Anexo 4, estão as ligações para as fichas de orientação de controlo aplicáveis.

Dos resultados obtidos retém-se a informação acerca de EPC's e EPI's, devido à perigosidade dos químicos e quantidades em utilização, e ainda que os mesmos devem ser mantidos em sistemas fechados e deve ser estudada a sua substituição.

4.3 Análise quantitativa de exposição dos trabalhadores a agentes químicos

No processo produtivo da Doureca são utilizados diversos produtos químicos, alguns deles com riscos especiais associados, como é o caso do crómio hexavalente que é considerado uma substância carcinogénica, tendo sido também por isso reduzida a exposição dos trabalhadores às linhas de metalização que é maioritariamente computadorizada, no entanto necessita sempre de intervenção humana quer para manutenção, quer para regularização dos teores dos banhos.

De acordo com a norma NP 1796:2014, um agente carcinogénico é um agente com capacidade de induzir neoplasias benignas ou malignas.

Assim, e por forma a analisar de forma mais rigorosa o grau de exposição dos trabalhadores a agentes químicos, a Doureca promoveu a realização de uma avaliação da exposição a agentes químicos no local de trabalho a diversos químicos, nomeadamente ao crómio hexavalente, cujas amostragens foram realizadas em fevereiro de 2015.

Na tabela 8 apresentam-se as concentrações medidas para os agentes e locais assinalados.

Tabela 8 – Concentrações medidas para os agentes e locais assinalados

Local de Amostragem	Agente Químico avaliado	Cp (mg/m ³)	VLE (mg/m ³)	Cp/VLE
Linha de metalização (banho 70 e 172)	Crómio hexavalente	< 1,0E-3	0,01	< 0,10
Linha de metalização (banhos 136 a 138)	Bissulfito de sódio	< 0,46	5	< 0,09
	Boro (boratos)	< 3,0E-3	2	< 1,5E-3
	Ácido bórico	< 0,02		
ETAR	Crómio hexavalente	< 1,0E-3	0,01	< 0,10
	Bissulfito de sódio	< 0,44	5	< 0,09
	Boro (boratos)	< 3,0E-3	2	< 1,5E-3
	Ácido Bórico	< 0,02		

Nota: Os valores apresentados em Cp, e como se pode confirmar no relatório integral, são valores inferiores ao valor de quantificação do método.

A concentração dos agentes químicos amostrados, conduziu a teores inferiores aos respetivos VLE estabelecidos pela Norma NP 1796:2014, em todos os locais avaliados.

No entanto, os valores obtidos para a concentração média (C_p) devem ser inferiores ao VLE em questão, caso o trabalhador esteja no local de amostragem 8 h/dia e 5 dias/semana, caso contrário deve ser calculada a exposição à substância em função do número de horas de exposição.

Tendo em conta que a linha química e a linha eletrolítica estão unidas em forma de U, onde o processo é suportado por 15 transportadores, toda esta instalação é comandada por um complexo sistema de programação informático, que controla o processo produtivo, pretende inferir-se qual seria o real perigo para a saúde dos trabalhadores caso os mesmos estivessem sujeitos às emissões por um período máximo de 4h por dia.

A unidade industrial é dotada de um sistema de extração e tratamento das emissões para a atmosfera.

Cada sistema é composto por 4 torres de extração, situadas no interior da instalação e devidamente isoladas para minimizar o impacto provocado pelo ruído.

O sistema de ventilação tem como função compensar o ar retirado pelas torres de aspiração, é constituído por 2 ventiladores, cada um com um caudal de 30000 m³/h, para uma área inferior a 3500 m².

Todos os agentes químicos ocasionam uma resposta biológica, que é função da quantidade absorvida e do período de tempo que dura essa absorção (Miguel, 2014).

Para obtenção dos resultados apresentados nas tabelas 9 e 10, foi efetuada a seguinte metodologia de cálculo, exemplo para um dos contaminantes.

Exemplo para o CrO₃ (Crómio hexavalente – Trióxido de Crómio):

$$Fe = 0,54e-4 \text{ lb/h.ft}^2$$

$$1\text{lb} = 453,6 \text{ g}$$

$$1 \text{ ft} = 30,5 \text{ cm}$$

$$Fe = [(0,54e - 4 \times 453,6)]/[(30,50^2) \times h] = 2,63e-5 \text{ g/h.cm}^2$$

$$A_{\text{tanque}} = (1,5 \times 0,6 \times 10^4)$$

$$v = 2,63 \times 10^{-5} \times A_{\text{tanque}} = 0,2367 \text{ g/h}$$

$$\text{Volume ar} = 60000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$C_i = \frac{(0,2367 \times 10^3)}{60000} = 3,95 \times 10^{-3} \text{ mg/m}^3$$

$$C_{\text{exp, 8h}} = \frac{3,95 \times 10^{-3} \times 4}{8} = 1,98 \times 10^{-3} \text{ mg/m}^3$$

$$\text{VLE MP} = 0,01 \text{ mg/m}^3$$

$$I = C/VLE$$

$$I = \frac{1,98 \times 10^{-3}}{0,01} = 0,198$$

Tabela 9 – Informações relevantes acerca dos contaminantes

Contaminante	Fator de Emissão ² (lb/h.ft2)	Fator de emissão (g/h.cm2)	Velocidade geração contaminante (g/h)	Concentração instantânea (Ci) (mg/m3)	MP de 8 horas (C _{exp,8h}) mg/m ³	VLE	I
Trióxido de Crómio (VI)	0,54e-4	2,63e-5	0,2367	3,95e-3	1,98e-3	VLE MP= 0,01 mg/m ³	0,198
CrO3	2,9e-4	1,41e-4	1,269	2,115e-2	1,06e-2	VLE MP= 0,01 mg/m ³	1,06
Ácido Clorídrico HCl	354e-4	17,2e-3	154,8	2,58	1,29	VLE CM= 2,98 mg/m ³	0,43
Hidróxido de Sódio NaOH	210e-4	10,2e-3	91,8	1,53	0,765	VLE CM = 2 mg/m ³	0,3825

Na pior das situações, o que significa sem medidas de controlo de emissão de contaminantes dos banhos (espumas), com o Trióxido de Crómio o que se observa é um valor superior ao VLE. Admite-se o risco de exposição tal como apresentado na tabela 9. Pela mesma tabela, o caso mais aproximado ao real (contemplando as medidas de controlo), obtém-se o valor da ordem de grandeza da análise de exposição a agentes químicos da responsabilidade da empresa.

De acordo com o organismo americano de saúde ocupacional (OSHA), sempre que o valor da concentração de exposição se encontra no intervalo $\frac{VLE}{2} < c \leq VLE$, devem executar-se medições periódicas de 8 em 8 semanas, em condições normais de operação, por forma a garantir que o valor de emissões não é excedido, assegurando formação adequada e controlo médico regular aos trabalhadores expostos.

O ácido Clorídrico e o Hidróxido de sódio têm efeito aditivo, pois na Base do VLE, os dois afetam o trato respiratório superior pelo que o índice de exposição deve ser cumulativo, assim teremos:

² Valores adaptados de “Air Pollution Potencial From Electroplating Operations”

$$I_{\text{HCl, NaOH}} = 0,43 + 0,3825 = 0,813$$

Agora, usando valores típicos relativos a emissões de gases em comparação com valores “duros” de galvanização de cromo, iremos calcular outros valores de Ci e MP para comparar com Valores Limite de Exposição e Índice de Exposição, diluindo pelo volume da nave industrial e não pelo volume de ar. Apresentam-se os resultados na tabela 10.

Assim teríamos, para o NaOH (Hidróxido de Sódio):

$$C_e = 4e-2$$

$$v = 91,8 \text{ g/h}$$

$$v' = 91,8 \times 4 \times 10^{-2} = 3,672 \text{ g/h}$$

$$V_{\text{nave}} = A_{\text{nave}} \times \text{pé direito}$$

$$V_{\text{nave}} = 3422 \times 8 = 27376 \text{ m}^3$$

$$C_i = \frac{1,93 \times 10^3}{27376} = 0,134 \text{ mg/m}^3$$

$$C_{\text{exp},8\text{h}} = \frac{0,07 \times 4}{8} = 0,067 \text{ mg/m}^3$$

$$I = C/VLE$$

$$I = \frac{0,067}{2} = 0,034$$

Tabela 10 – Informações dos Contaminantes (outras realidades)

Contaminante	Concentração de emissões relativas a galvanização ³	Velocidade de emissão por área de superfície do tanque (g/h)	Velocidade geração do contaminante' (g/h)	Concentração instantânea (Ci) (mg/m ³)	MP de 8 horas (C _{exp,8h}) mg/m ³	VLE	I
Trióxido de Crómio (VI) CrO3	1e0	0,2367	0,2367	0,0086	0,0043	VLE MP= 0.01 mg/m ³	0,43
		1,269	1,269	0,05	0,025	VLE MP= 0.01 mg/m ³	2,5
Hidróxido de Sódio NaOH	4e-2	91,8	3,672	0,134	0,067	VLE CM = 2 mg/m ³	0,034

Os valores determinados na tabela 10 dizem respeito a emissões não controladas, sobre as quais não foram ainda aplicadas medidas de controlo. Como se pode constatar, para o pior cenário de emissão de trióxido de crómio, apresenta-se um valor 2,5 vezes superior ao VLE. Para as situações mais favoráveis, com controlo de emissão de químicos (espuma), os índices de substância apresentam-se abaixo de ½ VLE.

Nestas condições, de acordo com as recomendações da OSHA, e mantendo as medidas de controlo de emissão de químicos, ao final de 2 medições consecutivas, intervaladas em uma semana, com o mesmo valor (abaixo de ½ VLE), poderia assumir-se que a exposição estava controlada não sendo necessárias mais avaliações.

³ Valores adoptados de “*The Metal Finishing Facility Risk Screening Tool (MFFRST): Technical Documentation and User’s Guide.*”

5 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1 Conclusões

A busca das empresas por algo que lhes traga vantagem competitiva é, cada vez mais, uma constante. E, essa vantagem é procurada em termos de ambiente, qualidade e segurança.

Assim, o estudo levado a cabo no âmbito da presente Dissertação permitiu assegurar a análise e avaliação de riscos para as tarefas designadas “tratamento de plásticos” e “trabalhos de manutenção”.

Esta análise e avaliação de riscos foi efetuada por aplicação da Metodologia MARAT, que permitiu uma identificação dos fatores de risco existentes e uma avaliação dos riscos associados aos mesmos.

Tal permitiu concluir que alguns dos riscos avaliados carecem da implementação de medidas de controlo específicas e da realização de estudos mais específicos.

No âmbito da presente Dissertação, foram analisadas as FDS e as Fichas de Controlo dos Banhos e foi efetuada uma recolha de informações relevantes, nomeadamente, para aplicação da metodologia qualitativa *COSHH Essentials*, o que permitiu constatar que devido ao tipo de químicos e quantidades usadas é necessária uma abordagem de controlo especial (os químicos usados são tão perigosos que devem ser mantidos em sistemas fechados e deve ser consultada a ajuda de um ou vários especialistas para substituição dos químicos mais perigosos e/ou como controlar os riscos associados).

Como metodologia quantitativa, foi analisado e interpretado o relatório de exposição a agentes químicos cedido pela empresa, desta análise e interpretação conclui-se que não são ultrapassados os VLE previstos na legislação nacional (Decreto-Lei n.º 24/2012, de 6 de fevereiro), nem os previstos na norma NP 1796:2014.

No entanto, e tendo por base o preconizado na norma NP EN 689:2008 relativamente a misturas e ao efeito conjunto dos agentes químicos com a mesma base de VLE, conclui-se que apesar de não serem ultrapassados os VLE, nas condições atuais de operação e controlo, nem o índice de substância, aconselha-se um estudo mais exaustivo especialmente devido à utilização de químicos considerados carcinogénicos.

5.2 Perspetivas Futuras

Tendo em conta o crescimento da empresa e a valorização dada pela mesma à higiene e segurança dos seus trabalhadores, seria interessante a realização de parcerias entre o MESH0 e a Doureca para realização de trabalhos futuros, nomeadamente para questões ergonómicas uma vez que as áreas de início e fim de linha são as áreas onde os estudos ergonómicos podem melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e permitir um aumento de produtividade, o que se traduziria em mais lucros para a empresa.

Sugere-se uma nova avaliação de riscos usando, por exemplo, o método NTP 330 e comparar os resultados obtidos com as avaliações de risco existentes, e proceder a alterações que se revelem necessárias. Sendo os trabalhos de manutenção, trabalhos esporádicos, mas de risco acrescido, os mesmos devem ser avaliados e acautelados de forma especial e continuada.

No que diz respeito à exposição aos fatores de risco físico, ruído e vibrações, não foi efetuada qualquer avaliação de riscos específica no âmbito do presente trabalho, mas os mesmos fatores carecem de uma avaliação uma vez que a maioria dos equipamentos estão instalados no interior da nave industrial.

Já no que respeita aos agentes químicos, sugere-se a avaliação de exposição a agentes químicos de forma detalhada e abrangendo mais químicos e químicos de efeito aditivo, de curta duração e concentração máxima, em particular para as tarefas de manutenção e limpeza dos tanques dos banhos.

Sugere-se ainda a constituição de serviço de segurança na modalidade de serviço interno, o que traria uma maior dinamização das questões inerentes à SST no interior da organização e um maior envolvimento de todos os colaboradores nas questões da segurança e higiene ocupacionais. Seguindo esta linha de raciocínio sugere-se a implementação de um Sistema de Gestão da Segurança (ou Sistema de Gestão Integrado, uma vez que Ambiente e Qualidade já estão implementados), que permitiria à empresa aumentar o grau de organização interno e melhorar o cumprimento da legislação vigente em matéria de SST, tornando a empresa ainda mais uma “*smart choice*” para o mercado estrangeiro que é cada vez mais exigente em matéria de Segurança, Qualidade e Ambiente.

6 BIBLIOGRAFIA

AEP, “*BenchMark A+E*”, Portugal, 2011.

Braz, F. V. “*Metodologia de Avaliação de Riscos em Equipamentos de Energias Renováveis: Solar e Biomassa.*”, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Ciências Empresariais, 2014.

Bulhões, N. “*Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos na Indústria Alimentar.*”, Relatório de Projeto, Universidade dos Açores, 2014.

Diamond, P. “*Air Pollution Potencial From Electroplating Operations.*”, California, 1969.

EPA(USA). “*The Metal Finishing Facility Risk Screening Tool (MFFRST): Technical Documentation and User’s Guide.*” USA, 2001.

FEPIA; “*PRTR Estimation Manual, cap. 6 Electroplating Industry*”, Japão, 2001.

INETI, “*Guia técnico sectorial dos tratamentos de superfície*”, Lisboa, 2000.

Mathur, A. “*Waste Management in Electroplating Industry*”, Dissertação Thapar University, 2011.

Miguel, Alberto. “*Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*”, 13ª edição, Porto Editora, 2014.

Silva, Marco and Neves, Miguel Corticeiro. “Risco de Exposição a Agentes Químicos em Indústria de Galvanoplastia”, Revista Segurança nº225, março-abril, 2015.

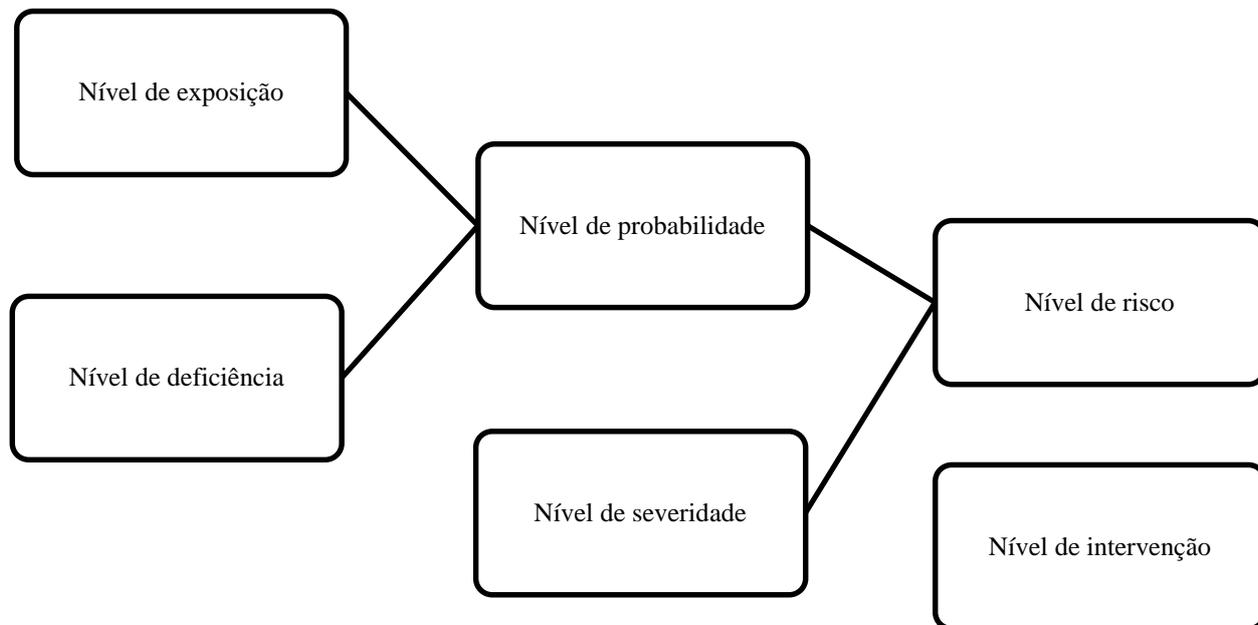
Oliveira, Sharon et al; “*Plating on acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) plastic – a review*”; Springer Science, New York, 2011.

Schlesinger, M. “*Electroless Deposition of Nickel*”, Capítulo 18, Modern Electroplating 5ª edição 2010.

7 ANEXOS

Anexo 1 – Método MARAT

O método MARAT resume-se no seguinte esquema, mas é apresentado em detalhe após o mesmo.



Nível de Deficiência (ND)

Designa-se por Nível de Deficiência (ND), a magnitude esperada entre o conjunto de medidas preventivas, conjunto de fatores de risco considerados e a sua relação direta com o acidente.

Nível de Deficiência	ND	Significado
Aceitável (A)	1	Não foram detetadas anomalias. O perigo está controlado.
Insuficiente (I)	2	Foram detetados fatores de risco de menor importância. É de admitir que o dano possa ocorrer algumas vezes.
Deficiente (D)	6	Foram detetados alguns fatores de risco significativos. O conjunto de medidas preventivas existentes tem a sua eficácia reduzida de forma significativa.
Muito Deficiente (MD)	10	Foram detetados fatores de risco significativos. As medidas preventivas existentes são ineficazes. O dano ocorrerá na maior parte das circunstâncias.
Deficiência Total (DT)	14	Medidas preventivas inexistentes ou desadequadas. São esperados danos na maior parte das situações.

Nível de Exposição (NE)

O nível de exposição é uma medida que traduz a frequência com que se está exposto ao risco. Para um risco concreto, o nível de exposição pode ser estimado em função dos tempos de permanência nas áreas de trabalho, operações com a máquina, procedimentos, ambientes de trabalho, entre outros.

Nível de Exposição	NE	Significado
Esporádica	1	Uma vez por ano e por pouco tempo (minutos).
Pouco Frequente	2	Algumas vezes por ano e por período de tempo determinado.
Ocasional	3	Algumas vezes por mês.
Frequente	4	Várias vezes durante o período laboral, ainda que com tempos curtos (várias vezes por semana ou diário).
Continuada ou Rotina	5	Várias vezes por dia, com tempo prolongado ou continuamente.

Nível de Probabilidade (NP)

O nível de probabilidade é função das medidas preventivas existentes e do nível de exposição ao risco. Pode ser expresso num produto de ambos os termos apresentados na tabela abaixo.

		Nível de exposição - NE					
		Esporádica	Pouco Frequente	Frequente	Muito Frequente	Continuada Rotina	
		1	2	3	4	5	
Nível de deficiência - ND	Aceitável	1	1	2	3	4	5
	Insuficiente	2	2	4	6	8	10
	Deficiente	6	6	12	18	24	30
	Muito deficiente	10	10	20	30	40	50
	Deficiência total	14	14	28	42	56	70

Nível de Probabilidade	NP	Significado
Muito baixa	1;3	Não é de esperar que a situação perigosa se materialize, ainda que possa ser concebida.
Baixa	4;6	A materialização da situação perigosa pode ocorrer.
Média	8;20	A materialização da situação perigosa é possível de ocorrer pelo menos uma vez com danos.
Alta	24;30	A materialização da situação perigosa pode ocorrer várias vezes durante o período de trabalho.
Muito alta	40;70	Normalmente a materialização da situação perigosa ocorre com frequência.

Nível de severidade (NS)

Existem 5 níveis de consequências em que se categorizam os danos físicos causados às pessoas e os danos materiais. Ambas as categorias devem ser consideradas independentemente, tendo sempre mais peso os danos nas pessoas do que os danos materiais.

Quando os danos em pessoas forem desprezíveis ou inexistentes, deveremos considerar os danos materiais no estabelecimento das prioridades.

O nível de severidade do dano refere-se ao dano mais grave que é razoável esperar de um incidente envolvendo o perigo avaliado.

Nível de Severidade	NS	Significado	
		Danos Pessoais	Danos Materiais
Insignificante	10	Não há danos pessoais.	Pequenas perdas materiais.
Leve	25	Pequenas lesões que não requerem hospitalização.	Reparação sem paragem do processo.
Moderado	60	Lesões com incapacidade laboral transitória. Requer tratamento médico.	Requer a paragem do processo para efetuar reparação.
Grave	90	Lesões graves que podem ser irreparáveis.	Destruição parcial do sistema (Reparação complexa).
Mortal ou Catastrófico	155	Um morto ou mais, incapacidade total ou permanente.	Destruição de um ou mais sistemas (Difícil reparação).

Nível de Risco (NR)

O nível de risco será o resultado do produto do nível de probabilidade pelo nível das consequências.

$$NR = NP \times NS$$

Nível de Controlo (NC)

O nível de controlo pretende dar uma orientação para implementar programas de eliminação ou redução de riscos atendendo à avaliação do custo – eficácia.

Nível de Controlo	NC	Significado
I	3600 a 10850	Situação crítica. Intervenção imediata.
II	1240 a 3100	Situação a corrigir. Adotar medidas de controlo.
III	360 a 1080	Situação a melhorar.
IV	90 a 300	Melhorar se possível justificando a intervenção.
V	10 a 80	Intervir apenas se uma análise mais pormenorizada o justificar.

Anexo 2 – Metodologia COSHH

A metodologia COSHH Essentials segue quatro passos que se descrevem de seguida, no entanto é de salientar que esses quatro passos se encontram já definidos na ferramenta da metodologia e são a base da avaliação de riscos efetuada.

Passo 1: Associação de Perigos

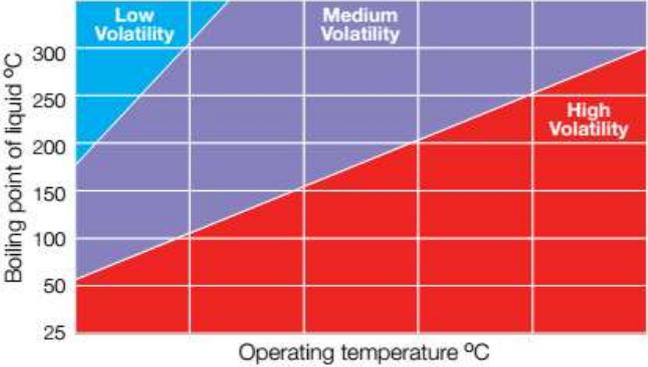
Os perigos são alocados de 1 a 5 grupos, A a E, de acordo com as frases de Risco (R) ou de acordo com as advertências de Perigo (H), como se apresenta na tabela seguinte:

Gama de Perigo	Tipo	Gama de Concentração	Unidades	Frases H
A	Poeiras	>1 a 10	mg/m ³	H304; H315; H319; H336
	Vapores	>50 a 500	ppm	
B	Poeiras	>0,1 a 1	mg/m ³	H302; H312; H332; H371
	Vapores	>5 a 50	ppm	
C	Poeiras	>0,01 a 0,1	mg/m ³	H301; H311; H314; H317; H318; H331; H335; H370; H373; EU71
	Vapores	>0,5 a 5	ppm	
D	Poeiras	<0,01	mg/m ³	H300; H310; H330; H351; H360; H361; H362; H372
	Vapores	<0,5	ppm	
E	Poeiras	-	mg/m ³	H334; H340; H341; H350; EU70
	Vapores	-	ppm	

Passo 2: Associação de Propriedades Físicas e Quantidades

Os fatores determinantes do potencial de exposição, nesta metodologia, são as propriedades físicas das substâncias ou misturas, nomeadamente o grau de pulverulência nos sólidos e a volatilidade nos líquidos, e a quantidade em que são usados.

Apresenta-se na Tabela seguinte a descrição da forma como a metodologia determina o potencial de exposição a determinada substância.

Grau	Pulverulência de Sólidos	Volatilidade de Líquidos
Baixo	Pellet – Sólido não fratura	
Médio	Sólido Granular ou Cristalino	
Alto	Sólido finamente dividido ou pó leve	
Grau	Quantidade	Quantidade
Pequena	Gramas	Mililitros
Média	Quilogramas	Litros
Elevada	Toneladas	Metros Cúbicos

A metodologia prevê quatro tipos de bandas de exposição para sólidos e quatro para líquidos, as quais são função do potencial de exposição e da quantidade envolvida, conforme se apresenta nas Tabelas seguintes:

Pulverulência Baixa	Pulverulência Média	Pulverulência Elevada	Banda de Previsão de Exposição
Gramas	Gramas		EP1 Sólidos
Quilogramas e Toneladas		Gramas	EP2 Sólidos
	Quilogramas	Quilogramas	EP3 Sólidos
	Toneladas	Toneladas	EP 4 Sólidos

Volatilidade Baixa	Volatilidade Média	Volatilidade Elevada	Banda de Previsão de Exposição
Mililitros			EP1 Líquidos
Litros e Metros Cúbicos	Mililitros	Mililitros	EP2 Líquidos
	Litros e Metros Cúbicos	Litros	EP3 Líquidos
		Metros Cúbicos	EP 4 Líquidos

Importa referir que existe um terceiro fator, a duração da exposição, que influencia o potencial de exposição. Mas, este fator não foi considerado nesta metodologia. No entanto, a aplicação COSHH Essentials on-line possui definido um limiar de 15 minutos de exposição por dia, abaixo do qual a abordagem de controlo cai de 3 para 2 (de contenção para controlo de engenharia) ou de 2 para 1 (de controlo de engenharia para ventilação geral).

Passo 3: Previsão de exposições utilizando abordagens de controlo

Existem 4 abordagens de controlo elementares na metodologia, como se apresenta na tabela seguinte:

Abordagem de Controlo	Tipo	Eficácia Relativa	Descrição Geral
1	Ventilação Geral	1	Bons níveis de ventilação geral e boas práticas de trabalho
2	Controlo de Engenharia	Redução em 10 vezes	Exaustão localizada
3	Confinamento	Redução em 100 vezes	Encapsulamento total e contenção
4	Especial	-	Requerido aconselhamento de perito para a seleção de medidas de controlo adequadas

Nota: A eficácia relativa de redução é, na maioria dos casos, cautelosa e relativa à eficácia da abordagem Ventilação Geral (=1).

O desenvolvimento da metodologia envolveu também a estimativa das exposições previsíveis em cada cenário, as quais consistem em correlacionar a banda de previsão de exposição com cada uma das abordagens de controlo. Apresenta-se o resultado dessa correlação na tabela seguinte:

Exposições previsíveis de poeiras no ar, miligramas por metro cúbico (mg/m³)			
Banda de previsão de exposição	Abordagem de Controlo 1	Abordagem de Controlo 2	Abordagem de Controlo 3
EP1 Sólidos	0,01 a 0,1	0,001 a 0,01	<0,001
EP2 Sólidos	0,1 a 1	0,01 a 0,1	0,001 a 0,01
EP3 Sólidos	1 a 10	0,1 a 1	0,01 a 0,1
EP4 Sólidos	>10	1 a 10	0,1 a 1

Exposições previsíveis de vapor no ar, partes por milhão (ppm)			
Banda de previsão de exposição	Abordagem de Controlo 1	Abordagem de Controlo 2	Abordagem de Controlo 3
EP1 Líquidos	<5	<0,5	<0,05
EP2 Líquidos	5 a 50	0,5 a 5	0,005 a 0,05
EP3 Líquidos	50 a 500	5 a 50	0,5 a 5
EP4 Líquidos	>500	50 a 500	5 a 50

Passo 4: Definição das Medidas de Controlo

Para que se complete a avaliação de riscos, a etapa final consiste em determinar qual a abordagem de controlo necessária para assegurar a gama de concentrações estabelecida para cada grupo de perigo.

Assim sendo, é necessário estabelecer a relação das bandas de previsão de exposição e das abordagens de controlo com os grupos de perigo.

<i>Gamas de exposição previstas para poeiras no ar, miligramas por metro cúbico (mg/m³)</i>				
Banda de Previsão de Exposição	Abordagem de Controlo 1	Abordagem de Controlo 2	Abordagem de Controlo 3	Abordagem de Controlo 4
EP 1 Sólidos	0,01 a 0,1	0,001 a 0,01	<0,001	
Grupos de Perigo	A, B, C	D		
EP2 Sólidos	0,1 a 1	0,01 a 0,1	0,001 a 0,01	
Grupos de Perigo	A, B	C	D	
EP3 Sólidos	1 a 10	0,1 a 1	0,01 a 0,1	
Grupos de Perigo	A	B	C	D
EP4 Sólidos	>10	1 a 10	0,1 a 1	
Grupos de Perigo	---	A	B	C, D

<i>Gamas de exposição previstas para vapores no ar, partes por milhão (ppm)</i>				
Banda de Previsão de Exposição	Abordagem de Controlo 1	Abordagem de Controlo 2	Abordagem de Controlo 3	Abordagem de Controlo 4
EP 1 Sólidos	<5	<0,5	<0,05	
Grupos de Perigo	A, B, C	D		
EP2 Sólidos	5 a 50	0,5 a 5	0,005 a 0,05	
Grupos de Perigo	A, B	C	D	
EP3 Sólidos	50 a 500	5 a 50	0,5 a 5	
Grupos de Perigo	A	B	C	D
EP4 Sólidos	>500	50 a 500	5 a 50	
Grupos de Perigo	---	A	B	C, D

De acordo com o documento de orientação (HSE, 2009), os resultados apresentados na tabela anterior foram validados e ajustados por comparação com dados de exposição publicados e por extensa revisão bibliográfica.

É com base na utilização do procedimento descrito que a aplicação disponível on-line (disponível em <http://coshh-tool.hse.gov.uk/>) permite executar avaliação de riscos de exposição a agentes químicos.

O utilizador necessita de organizar a informação sobre as FDS, tipo de processo, quantidades e regime de utilização.

Uma vez definidos adequadamente os parâmetros solicitados e corrida a aplicação, o utilizador receberá informação quanto ao tipo de abordagem de controlo que é aconselhada a implementar. Esta informação inclui o fornecimento de Fichas de Orientação de Controlo.

Anexo 3 – Listagem de Fichas de Orientação de Controlo disponíveis na aplicação COSHH Essentials⁴

⁴ (Este documento está disponível integralmente em:
www.hse.gov.uk/pubns/guidance/coshh-technical-basis.pdf)

Appendix 1: Index of generic COSHH essentials guidance sheets

1 Table 1 contains an index to control guidance sheets which may be considered relevant for each control approach.

Table 1 Index to generic series control guidance sheets

Control approach 1: General ventilation							
Unit Operation	Sheet topic	Solids			Liquids		
		Small	Medium	Large	Small	Medium	Large
General tasks	General ventilation	G100	G100	G100	G100	G100	G100
Storage	General storage	G101	G101	G101	G101	G101	G101
	Open bulk storage			G102			
Dust extraction	Removing waste from a dust extraction unit	G103	G103	G103			
Control approach 2: Engineering control							
Unit Operation	Sheet topic	Solids			Liquids		
		Small	Medium	Large	Small	Medium	Large
General tasks	Local exhaust ventilation	G200	G200	G200	G200	G200	G200
	Fume cupboards	G201			G201		
	Laminar flow booth		G202			G202	
	Ventilated workbench	G203			G203		
Storage	General storage	G101	G101	G101	G101	G101	G101
Dust extraction	Removing waste from a dust extraction unit	G204	G204	G204			
Transfer	Conveyor transfer		G205	G205			
	Sack filling		G206	G207			
	Sack emptying		G208				
	Filling kegs		G209				
	Charging reactors/mixers from a drum or keg	G210	G210				
	IBC filling and emptying			G211			
	Drum filling					G212	
	Drum emptying (drum pump)					G213	
Weighing	Weighing	G2001	G214		G201		
Mixing	Mixing	G201	G215	G216	G201	G217	G217
Sieving	Sieving (and filtering)	G218	G218				

Screening	Screening			G219			
Surface coating	Spray painting				G220	G221	
	Powder coating		G222	G222			
Lamination	Batch lamination					G223	G223
	Continuous lamination					G224	G224
Dipping	Pickling bath					G225	G226
	Vapour degreasing bath					G227	G227
Drying	Tray drying oven		G228			G228	
	Continuous drying labyrinth oven					G229	G229
Pelletising	Pelletising		G230	G230			
	Tablet press		G231				
Control approach 3: Containment							
Unit Operation	Sheet topic	Solids			Liquids		
		Small	Medium	Large	Small	Medium	Large
General tasks	Containment	G300	G300	G300	G300	G300	G300
	Glove box	G301			G301		
Storage	General storage	G101	G101	G101	G101	G101	G101
Dust extraction	Removing waste from a dust extraction unit	G204	G204	G302			
Transfer	Transferring solids		G303	G303			
	Sack emptying		G304				
	Drum filling					G305	G305
	Drum emptying					G306	
	Infrequent charging of reactors/mixers from a sack or keg	G210	G210				
	IBC filling and emptying			G307			G308
	Tanker filling and emptying			G309			G310
	Filling kegs		G311			G213	
	Transferring liquid by pump					G312	G312
	Packet filling	G301	G313	G313			
	Bottle filling				G301	G314	G314
Weighing	Weighing	G301	G315	G317	G301	G316	G316

Mixing	Mixing	G301	G317	G317	G301	G318	G318
Surface coating	Robot spray booth					G319	G319
	Automated powder coating		G320	G320			
Dipping	Vapour degreasing bath				G321	G321	G321
Drying	Spray drying		G322	G322		G322	G322
Pelletising	Tablet press		G231				
Control approach 4: Special							
G400	General principles						
G402	Health surveillance for occupational asthma						
G401	Health monitoring for chronic obstructive pulmonary disease						
G403	Health surveillance for occupational dermatitis						
G406	Health surveillance – exposed to respirable crystalline silica (RCS)						
G408	Urine sampling for isocyanate exposure measurement						
G409	Exposure measurement – air sampling						
Control Approach S: Harm via skin or eye contact							
S100	General advice						
S101	Selecting protective gloves						
S102	Selecting personal protective equipment						
S200	Skin or eye contact						
Control Approach R: Respiratory protective equipment (RPE)							
R1	UK Standard Assigned Protection Factor 4 (APF4)						
R2	UK Standard Assigned Protection Factor 10 (APF10)						
R3	UK Standard Assigned Protection Factor 20 (APF20)						
R4	UK Standard Assigned Protection Factor 40 (APF40)						
R5	UK Standard Assigned Protection Factor 200 (APF200)						
R6	UK Standard Assigned Protection Factor 2000 (APF2000)						

Anexo 4 – Fichas de Controlo obtidas após a aplicação da metodologia COSHH Essentials

G200 – <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G200.pdf>

G202 - <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G202.pdf>

G221 - <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G221.pdf>

G300 - <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G300.pdf>

G319 - <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G319.pdf>

G400 – <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G400.pdf>

G402 – <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/G402.pdf>

S100 – <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/S100.pdf>

S101 – <http://coshh-tool.hse.gov.uk/assets/live/S101.pdf>