

tecno metal

INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE
METALURGIA E METALOMECÂNICA

Trimestral - Outubro | Novembro | Dezembro | 2023

7,50€

- 
- Diagnóstico de um Sistema de Produção
 - Inovação na Indústria das Embalagens Metálicas
 - Projeto "CarbonFree_Guide4Metal" dá nome ao processo de descarbonização do METAL PORTUGAL

Shaping
tradition



**METAL
PORTUGAL**
DAMOS FORMA AO FUTURO

Shaping tradition

DAMOS FORMA À TRADIÇÃO

Da estrutura de pontes e edifícios centenários ao automóvel que se conduz todos os dias, do tacho onde cozinha aos talheres que coloca na mesa, o setor metalúrgico e metalomecânico está sempre connosco.

AIMMAP

ASSOCIAÇÃO DOS INDUSTRIAIS METALÚRGICOS,
METALOMECÂNICOS E AFINS DE PORTUGAL

(3) Editorial	“CarbonFree-Guide4Metal” A rota da competitividade do METAL PORTUGAL
(8) Inovação & Design	Nova abordagem para a determinação das forças de reação e requisitos de potência de acionamento de uma aplanadora – uma abordagem numérica
(16) Gestão & Tecnologias	Diagnóstico de um Sistema de Produção (Parte I)
(20) Divulgação e Promoção	Inovação na Indústria das Embalagens Metálicas: um estudo sobre o impacto da inspeção automática da qualidade neste setor
(30) Responsabilidade Social	CENFIM – Plano de Formação - fevereiro, março e abril de 2024
(39) Notícias	Projeto “CarbonFree_Guide4Metal” dá nome ao processo de descarbonização do METAL PORTUGAL
(39)	AIMMAP juntou mais de 150 participantes num <i>webinar</i> sobre o CBAM
(40)	A ciber resiliência esteve em debate na AIMMAP
(42)	AIMMAP e PRODUTECH promoveram <i>webinar</i> sobre o concurso para projetos de formação de interesse especial para médias e grandes empresas
(43)	Rafael Campos Pereira integrou a comitiva da Confederação Empresarial de Portugal em audiência do Presidente da República
(44)	David Rodrigues representou a AIMMAP no segundo encontro estratégico - Famalicão Região Empreendedora Europeia 2024 -
(45)	Jantar de homenagem a António Saraiva juntou dezenas de empresários e personalidades da vida empresarial
(47)	METAL PORTUGAL brilha na terceira participação coletiva na Advanced Manufacturing 2023
(49)	AIMMAP liderou comitiva de empresas portuguesas na edição de 2023 da ELMIA Subcontractor
(51) Destaque	O apelo da conservação dos oceanos é real: ligas de proteção catódica com cádmio, até quando?

Anunciantes deste Número

BOHLER (49) - CATIM (Contra-Capa) -
CENFIM (V.C.Capa) - CERTIF (31) - METAL PORTUGAL
(V. CAPA) SEW-EURODRIVE (2)

REVISTA Informação Técnico-Científica de Metalurgia e Metalomecânica Ano XXXVIII 263 - outubro/novembro/dezembro **Diretor** Vítor Neves **Diretor Executivo (Diretor Adjunto)** Rafael Campos Pereira **Diretor Técnico-Científico (Sub-Diretor)** Hermenegildo Pereira **Coordenação Gráfica e Publicidade** Cristina Veiga **Propriedade e Edição, Redação e Administração** AIMMAP Rua dos Plátanos, 197 - 4100-414 Porto, Telf.: +351 226 166 860, Fax: +351 226 107 473, E-mail: aimmap@aimmap.pt NIPC: 501072349 Periodicidade Trimestral ISSN 0870-8444 Registo na E.R.C. Nr. 123485 Depósito Legal: Nr. 45433/91 **Estatuto editorial** (ver <http://www.metalportugal.pt/p452-revista-tecnometal-pt>). **Órgãos Sociais AIMMAP (Triénio) Triénio 2022-2024 - Assembleia Geral: Pres.:** Aníbal Campos (SILAMPÓS, S.A.), **Vice-Pres.:** Rui Ferreira Marques (FERREIRA MARQUES & IRMÃO, LDA.), **Sec.:** Isabel Oliveira (BLASQUEM, LDA.); **Direção: Pres.:** Vítor Neves (COLEP PACKAGING PORTUGAL, S.A.), 1º Vice-Pres.: Fernando Sousa (CEI, LDA.), Vice-Pres. Exec.: Rafael Campos Pereira, **Vice-Pres.:** Elísio Azevedo (ELÍSIO PAULO & AZEVEDO, LDA); Cristina Boia (EXTRUSAL, S.A.); Bernardino Meireles (ANTÓNIO MEIRELES, S.A.); Joaquin Almeida (FUNDIVEN, S.A.); Pedro Sousa (T.S.F., LDA.); Raquel Santos (A METALÚRGICA, S.A.); Miguel Mata (ADIRA, S.A.); Miguel Franco (SCHMITT, LDA.); **Vice-Pres. Sup.:** Alexandra Matias (ALEXANDRINO MATIAS & Cª, S.A.) e Clara Marques (MANUEL MARQUES, HERDEIROS, S.A.); **Conselho fiscal: Pres.:** Domingos Matos (RAMADA AÇÓS, S.A.); **Relator:** Élio Maia (FAL, S.A.); **Vogal:** Líliliana Marques (SERAFIM A. S. FERREIRA MARQUES, LDA.) **Conselho Técnico-Científico:** Abel D. Santos (INEGI/FEUP); Alberto Fonseca (CATIM); Carlos Alberto Alves (Extruplas, Lda); Carlos Alberto Martins (Univ. Lusíada); Carlos Sousa (FEUP/CATIM); Diamantino Freitas (FEUP); Hermenegildo Pereira; Hildebranco Vasconcelos (CATIM); João Paulo Pinto (CLT); Jorge Lino (INEGI/FEUP); José António Simões (ESAD); José Bessa Pacheco (FEUP); José Rafael Nascimento (Prof. Universitário) e Paula Mendes. **Produção,** MULTIPONTO, S.A. Rua da Fábrica, Nr. 260 - 4585-013 Baltar Tel.: +351 225 193 400 e-mail: producao@multiponto.com



O caminho para fábricas inteligentes

www.sew-eurodrive.pt

SEW
EURODRIVE



“CarbonFree_Guide4Metal” A rota da competitividade do METAL PORTUGAL

Se é verdade que o METAL PORTUGAL é há muito apontado como um dos setores mais agressivos no campeonato da sustentabilidade, também é insofismável que a AIMMAP assume o posicionamento vanguardista do setor que representa e não sacode a responsabilidade que lhe cabe enquanto alavanca rumo a mais e melhor competitividade e crescimento.

E por isso mesmo, no âmbito da sua atividade, promove ações e projetos que apoiem e alavanquem as empresas na prossecução das grandes diretrizes, objetivos e tendências naqueles domínios.

No capítulo da descarbonização, por exemplo, a AIMMAP e o CATIM – Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica, reuniram esforços no sentido de acelerar a mudança de paradigma na utilização dos recursos, contribuindo para a transição definitiva para uma economia neutra em carbono.

Este esforço conjunto materializou-se no projeto CarbonFree_Guide4Metal, atualmente em plena fase de implementação, que tem como principal objetivo a criação de um roteiro de descarbonização e capacitação da indústria do METAL PORTUGAL, constituindo assim um apoio central rumo a uma transição coesa e criando importantes sinergias entre empresas e players centrais com competências técnicas orientadas para a valorização da atividade industrial.

O CarbonFree_Guide4Metal engloba um conjunto de medidas e ações complementares e verdadeiramente diferenciadoras, que vão desde a identificação de trajetórias custo-eficazes de redução de emissões, identificação e promoção de soluções como processos tecnológicos de baixo carbono, introdução de novas matérias primas e de combustíveis derivados de resíduos e de biomassa, adoção de medidas de economia circular competitiva e resiliente, substituição e adoção de equipamentos e processos para novas tecnologias sustentáveis, adoção de sistemas de monitorização e gestão de consumos, promovendo sempre mais e melhor investigação e inovação em áreas que potenciem a concretização do objetivo da neutralidade carbónica.

Em boa verdade, tudo isto está em linha com o Plano Estratégico de Ação e Concretização que a AIMMAP apresentou em 2023, onde definiu a sustentabilidade e a descarbonização como um dos objetivos estratégicos para o setor até 2030.

Penso não ser falsa modéstia dizer que este projeto faz particular sentido no caso do setor metalúrgico e metalomecânico, já que o setor tem um grande contributo potencial em matéria de sustentabilidade e descarbonização, quer a nível nacional, quer a nível europeu, até porque a sua tipologia de investimentos tem um perfil de retorno muito positivo no que à descarbonização se refere. Além disso, o METAL PORTUGAL, enquanto “indústria das indústrias”, apresenta um muito positivo potencial de arrastamento, na transferência de tecnologias e boas práticas “Net Zero”.

A neutralidade carbónica, enquanto objetivo partilhado por todos os países, é hoje um imperativo para qualquer economia que queira ser competitiva nos mercados globais, e continuar a crescer alicerçada em mais e melhor valor acrescentado.

E nesse percurso, não há dúvida nenhuma de que o CarbonFree_Guide4Metal vai traduzir-se numa enorme mais-valia para o METAL PORTUGAL, um setor cada vez mais relevante na realidade socioeconómica nacional, e que é cada vez mais uma referência na liderança dos grandes processos ligados à dupla transição onde também aí é incontornavelmente “a indústria das indústrias”.

Sofia Veloso Ferreira

Assessora da Direção da AIMMAP

Nova abordagem para a determinação das forças de reação e requisitos de potência de acionamento de uma aplanadora – uma abordagem numérica

Autores: D. Cachulo, J. Soares, J.C.R Pereira, E. Sousa, J.A.B. Pacheco, C. Fernandes. Setembro 2023

RESUMO

A qualidade dos processos de manipulação de chapa, como o corte por guilhotina, laser ou longitudinal, punçonagem e conformação plástica é muito influenciada pelo estado inicial da chapa. Para melhorar a qualidade da chapa fornecida para os diferentes processos de transformação, corrigindo os seus defeitos geométricos e aliviando os perfis de tensões residuais, utilizam-se aplanadoras. Estas máquinas possuem dois grupos de rolos de trabalho motorizados, um inferior e outro superior, que levam a chapa a passar entre os rolos das duas estruturas, e a ser alternadamente dobrada e progressivamente aplanada.

Neste artigo apresenta-se um modelo representativo do processo de aplanamento pelo método de elementos finitos, em que é tido em conta o comportamento elasto-plástico do material da chapa com alternância no sentido de solicitação (tração/compressão). O objetivo é comparar e validar os resultados obtidos por este método com os resultados obtidos por um método analítico abordado num trabalho prévio do mesmo grupo de trabalho, publicado na TecnoMetal nº 262.

O modelo do método dos elementos finitos é desenvolvido num ambiente 2D e 3D, e as vantagens e desvantagens de cada um são estudadas. São propostas perspectivas de trabalhos futuros no sentido de desenvolver modelos que representam com mais precisão o processo real de aplanamento.

1. INTRODUÇÃO

Como se referiu no resumo, as aplanadoras são máquinas compostas por dois conjuntos de rolos de trabalho – um superior e outro inferior – entre os quais passa uma chapa metálica. Pode-se observar uma ilustração esquemática desta configuração na Figura 1, juntamente com a notação usada neste documento para referir cada rolo de trabalho.

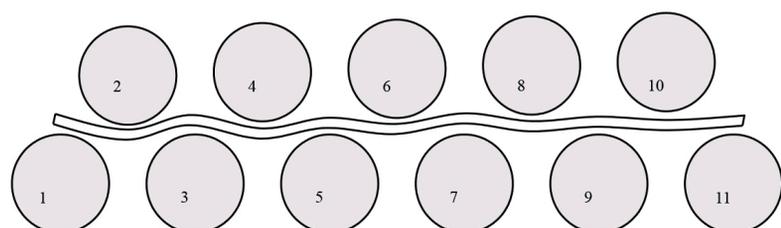


Figura 1: Representação esquemática de uma aplanadora

As estruturas onde são montados os conjuntos de rolos designam-se habitualmente por cassetes, dado formarem um conjunto compacto amovível. A cassete superior tem a capacidade de se mover verticalmente e de se inclinar da entrada para saída da chapa, o que significa que, controlando o posicionamento vertical do lado de entrada e do lado da saída, é possível impor diferentes valores de penetração dos rolos de trabalho na chapa.

De forma a medir a eficácia do processo, o perfil de tensões residuais da chapa é analisado. O objetivo da aplanadora é alterar este perfil, de forma que este passe de um estado com amplitudes de tensão altas para um outro menos acentuado. Esta evolução está esquematicamente representada na Figura 2.

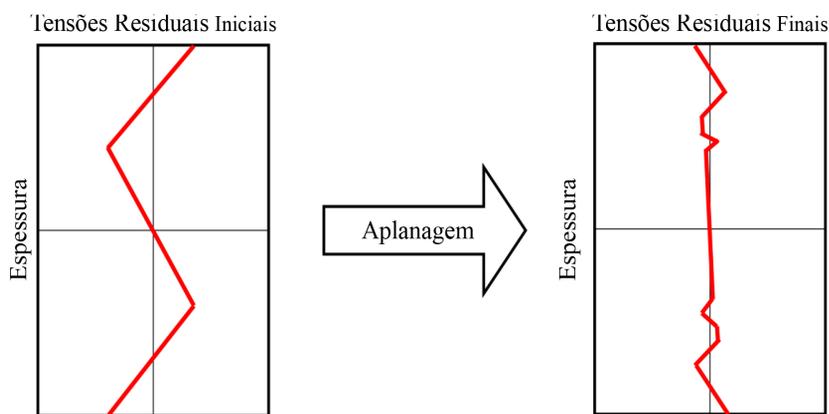


Figura 2: Representação da evolução ideal do perfil de tensões da chapa ao longo do processo

De forma a obter os estados de tensão desejados, os parâmetros da operação devem ser cuidadosamente selecionados.

Nos capítulos seguintes, são definidos os modelos de simulação numérica desenvolvidos para estudar o processo e para perceber a evolução do estado de tensões residuais e deformações da chapa ao longo dele e, também, analisar as forças de reação e taxas de estado plástico envolvidas no processo. São apresentados e comparados os modelos em ambiente 2D e 3D.

2. MODELO DE ELEMENTOS FINITOS

2.1 Geometria do problema e malha

Existem várias configurações que uma aplanadora pode apresentar, dependendo, por exemplo, do material e espessura da chapa que se pretende manipular [2]. Para o caso em análise, o de uma chapa aço S355JR de 3 mm de espessura e 1500 mm de largura, foi considerada uma aplanadora com 11 rolos de trabalho: 6 rolos inferiores e 5 rolos superiores. A distância entre rolos da mesma cassete é de 48 mm, e a distância horizontal entre pontos de contacto dos rolos com a chapa é de metade desse valor: 24 mm.

Foram desenvolvidos 2 modelos idênticos, somente com a diferença de um estudado a 3 dimensões e o outro a 2 dimensões. A chapa foi modelada como um corpo deformável em ambos os casos considerando os rolos de trabalho como corpos rígidos. As dimensões da malha foram definidas de modo a garantir a convergência dos valores de força de reação dos rolos e das taxas de estado plástico.

Para o modelo 2D, foi considerada uma malha de elementos CPE4R – quadriláteros em estado plano de deformação com integração reduzida. Foram considerados 6 elementos ao longo da espessura da chapa e aproximadamente 1 mm de lado por elemento na direção do comprimento da chapa.

No modelo 3D, foram usados na chapa elementos C3D8R, elementos paralelepípedicos de 8 nós com integração reduzida. As dimensões dos elementos mantiveram-se, no entanto, com a dimensão adicional da largura. Uma condição de fronteira de simetria foi adicionada a meio da largura da chapa e 10 elementos foram modelados ao longo de metade da largura da mesma.

Para ambos os casos, foram modeladas zonas de refinamento da malha com 20 elementos ao longo da espessura da chapa e elementos com 0,3 mm de lado na direção do comprimento da chapa.

Os rolos de trabalho possuem a capacidade de deformar a chapa devido ao modelo de contacto implementado, em que se considerou um comportamento tangencial de fricção pela formulação de penalidades com um coeficiente de atrito de 0,15 e um comportamento normal modelado por Hard Contact.

A penetração de cada rolo na chapa foi imposta de acordo com o modelo descrito em [1]. Estes valores podem ser consultados na Tabela 1, juntamente com os valores de taxa de estado plástico da chapa no ponto de contacto com

cada rolo. Taxa de estado plástico é o parâmetro definido como a percentagem de espessura da chapa que sofre deformação plástica, e é analisada na zona de contacto da chapa com cada rolo.

Tabela 1: Valores de penetração e taxa de estado plástico por rolo, calculados segundo o modelo analítico em [1]

Nº Rolo	Penetração [µm]	Taxa de Estado Plástico [%]
1	665	0%
2	603	73%
3	541	80%
4	479	77%
5	418	74%
6	356	70%
7	294	63%
8	232	53%
9	170	36%
10	108	0%
11	46	0%

2.2 Propriedades mecânicas da chapa

A definição do comportamento do material apresenta alguns pontos importantes a ter em consideração: a estrutura vai ser plasticamente deformada e vai estar sujeita a flexões cíclicas e alternadas.

Uma chapa de aço S355 é considerada, com um módulo de elasticidade de $E=210$ GPa, uma tensão de cedência de $\sigma_y=355$ MPa e um coeficiente de Poisson de $\nu=0,3$.

Enquanto no regime elástico os aços apresentam propriedades mecânicas pouco divergentes, no regime plástico o mesmo não ocorre. Desta forma, uma caracterização exata das propriedades mecânicas do aço é necessária. Para além disto, devido ao cenário de plasticidade por flexão alternada, o efeito de *Bauschinger* deve ser considerado [3]. O aumento progressivo da tensão máxima atingida nestas condições torna o

uso de um modelo monotónico menos representativo da realidade, como o modelo cinemático ou isotrópico. Assim, opta-se por um modelo de endurecimento combinado.

O modelo de *Chaboche-Lemaitre* é usado. Este propõe a decomposição do endurecimento não-linear em vários submodelos de endurecimento linear, denominados *backstresses*. Cada *backstress* é identificado por dois parâmetros: C_i [MPa] e γ_i . Cada *backstress* permite sucessivamente aproximar o modelo ao comportamento real do material [4][5].

De forma a obter a curva cíclica do aço S355JR, que permite o cálculo dos parâmetros definitivos dos *backstresses*, deve-se recorrer a testes de fadiga para diferentes amplitudes de carga. Assim, para a definição do material usado no modelo numérico, recorreu-se aos resultados obtidos por *Krolo* e *Grandic* [6], presentes na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros usados no modelo plástico

C_1 [MPa]	γ_1	C_2 [MPa]	γ_2	C_3 [MPa]	γ_3
5327	75	1725	16	1120	10

3. 1º CASO DE ESTUDO

3.1 Configuração 2D

O primeiro caso estudado foi um defeito longitudinal da chapa, denominado de arco longitudinal, para poder mostrar as tensões residuais resultantes da diferença de comprimento das fibras exteriores para as interiores da chapa que se apresenta enrolada em bobine. A chapa foi inicialmente modelada num ambiente 2D, como uma casca em estado plano de deformações. O estado inicial de tensões residuais foi obtido impondo um deslocamento vertical da extremidade da chapa e fixando a metade oposta à mesma, deformando plasticamente a chapa. De seguida, a condição de deslocamento foi retirada e ocorreu um relaxamento das tensões da chapa, retendo esta tensões residuais. Desta forma, a deformada e o campo de tensões residuais resultantes são apresentados na Figura 3 como tensão equivalente de Von Mises.

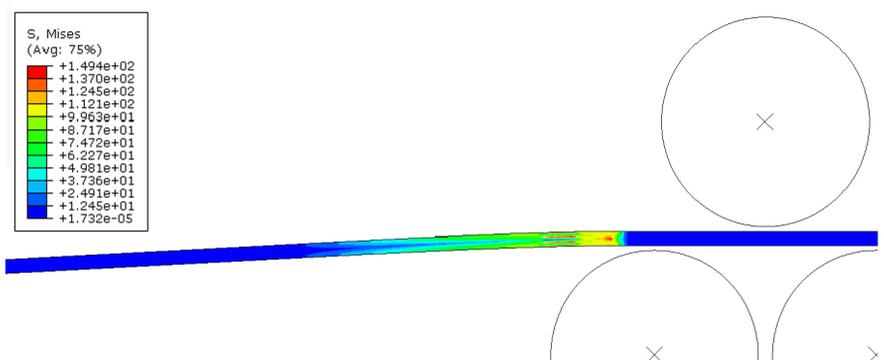


Figura 3: Chapa arqueada e campo de tensões equivalentes de Von Mises [MPa] da chapa pré-deformada, 1º caso de estudo

Na zona mais severamente afetada por tensões residuais foi feito um refinamento da malha. No centro da zona refinada, foram considerados 20 elementos ao longo da espessura da chapa, e comprimentos de elemento de aproximadamente 0,3 mm. A zona refinada da malha pode ser observada na Figura 4.

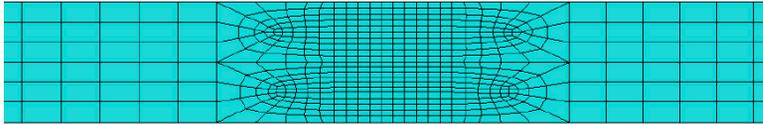


Figura 4: Refinamento da malha no modelo 2D

De seguida, os rolos de trabalho penetraram na chapa e começaram o movimento rotacional. Considerou-se um processo quase-estático sem efeitos de inércia dinâmicos. A Figura 5 é representativa da simulação.

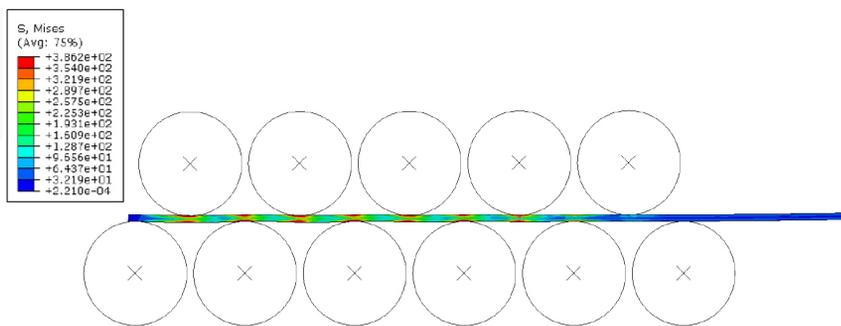


Figura 5: Campo de tensões equivalentes de Von Mises [MPa] da chapa ao longo do aplanamento, 1º caso de estudo

3.2 Resultados numéricos – 2D

Considere-se uma secção da chapa na zona mais severamente afetada por tensões residuais. Aí o perfil de tensões normais σ_{xx} na direção do comprimento da chapa antes e após o processo de aplanamento simulado numericamente podem ser observados na Figura 6. Estes perfis foram retirados da zona de malha refinada, que no final do processo já se encontra fora da zona de influência dos rolos de trabalho.

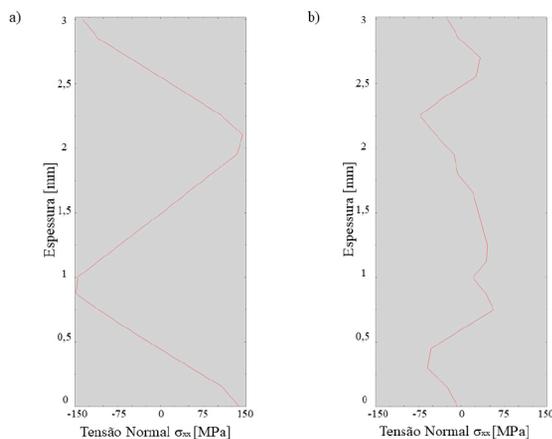


Figura 6: Perfil de tensões normais σ_{xx} ao longo da espessura na zona de refinamento de malha: a) antes do aplanamento; b) após o aplanamento

Note-se que o processo de aplanamento tem dois efeitos no perfil de tensões residuais: por um lado, diminui a amplitude máxima das tensões normais atingidas; por outro, aproxima as tensões ao eixo dos 0 MPa ao longo do perfil, criando um estado de tensões menos uniforme, mas mais suave no geral.

Para além de aliviar o perfil de tensões residuais, o processo de aplanamento também tem como objetivo remover eventuais defeitos geométricos que afetam a planeza da chapa. Assim, na Figura 7 pode-se observar a evolução do deslocamento vertical de um segmento de chapa na zona mais afetada por tensões residuais ao longo da direção do comprimento, que, no final do processo de aplanamento, se encontra totalmente fora da zona de influência dos rolos de trabalho.

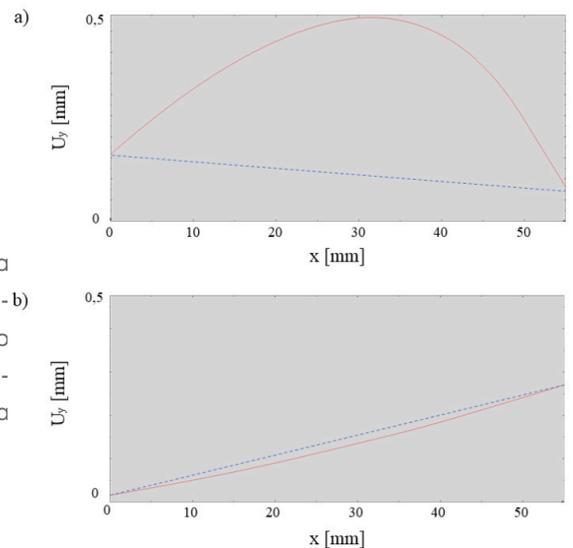


Figura 7: Deslocamento vertical U_y ao longo do comprimento da chapa: a) antes do aplanamento; b) após o aplanamento

Na figura observa-se que a deformada inicial apresenta curvatura e uma maior amplitude de valores de deslocamento. Após o processo, a curvatura da chapa é consideravelmente reduzida e a geometria da mesma está mais reta e próxima do desejável. Note-se

que a figura apresenta uma reta tracejada azul representativa da inclinação da chapa. Esta inclinação deve-se somente a questões geométricas do processo e não tem influência nefasta nas propriedades mecânicas da estrutura. A partir de uma aproximação geométrica, conclui-se que a porção de chapa representada está confinada entre duas retas paralelas distanciadas entre aproximadamente 0,36 mm antes do aplanamento e 0,04 mm após o aplanamento, o que serve como modo de quantificar a planeza da mesma.

A Tabela 3 apresenta uma comparação dos resultados obtidos recorrendo ao método analítico explicado no artigo [1] e ao modelo numérico do método dos elementos finitos. As forças de reação e as taxas de estado plástico foram alvo de análise. Observa-se que os valores de força de reação são superiores aos do modelo analítico.

Apesar de apresentarem diferenças relativas a rondar os 20%, o comportamento da distribuição de forças por rolos está de acordo com o que o modelo analítico prevê. Já os valores de taxa de estado plástico apresentam valores com menor diferença relativa, sendo a maior observada no 3º rolo. Prevê-se pelo modelo analítico que o 3º rolo será mais carregado e o que terá maior valor de taxa de estado plástico, sendo este um parâmetro definitivo na qualidade da estrutura no final do processo. Já os resultados numéricos mostram que o rolo com maior valor de taxa de estado plástico é o 4º. Ainda assim, a diferença de taxas de estado plástico entre o 4º e o 3º rolo é baixa. Os valores obtidos pelo modelo analítico, diferentes do expectável, podem ser consequência de erros devido a fatores que serão discutidos posteriormente neste artigo.

Tabela 3: Comparação de forças de reação e taxas de estado plástico obtidas pelo modelo analítico e pelo método dos elementos finitos (MEF) em 2D

Nº Rolo	Força de Reação [kN] Analítico	Força de Reação [kN] MEF 2D	Diferença Relativa das Forças de Reação	Taxa de Estado Plástico Analítico	Taxa de Estado Plástico MEF 2D	Diferença Relativa das Taxas de Estado Plástico
1	52	69	24%	0%	0%	---
2	160	209	23%	73%	70%	5%
3	217	279	22%	80%	73%	9%
4	216	275	21%	77%	75%	2%
5	211	265	20%	74%	73%	1%
6	206	250	18%	70%	71%	1%
7	199	223	11%	63%	64%	2%
8	189	181	4%	53%	54%	1%
9	168	128	31%	36%	24%	33%
10	110	73	51%	0%	0%	---
11	33	23	44%	0%	0%	---

3.3 Configuração 3D

Para compreender a melhor forma de representar o processo por métodos numéricos, replicou-se a simulação num ambiente 3D. As condições de fronteira, geometria e ordem de acontecimentos da simulação mantiveram-se semelhantes. Novamente, uma zona de refinamento da malha foi modelada com 20 elementos ao longo da espessura e pode ser observada na Figura 8.

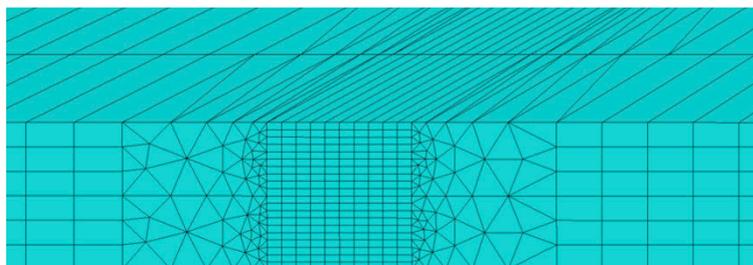


Figura 8: Refinamento da malha no modelo 3D

Por um processo semelhante ao considerado no modelo 2D, o campo de tensões residuais observado na Figura 9 foi obtido. A Figura 10 é representativa da simulação.

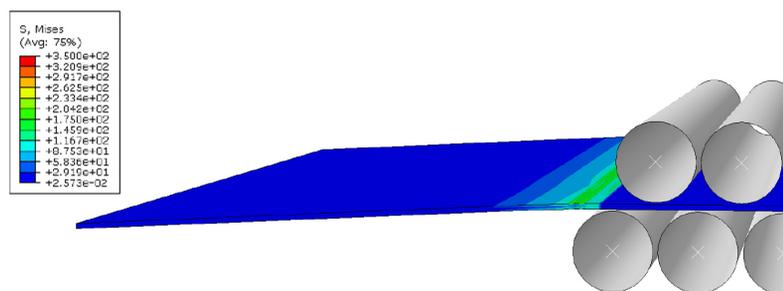


Figura 9: Campo de tensões equivalentes de Von Mises [MPa] da chapa antes do aplanamento (2º caso do estudo)

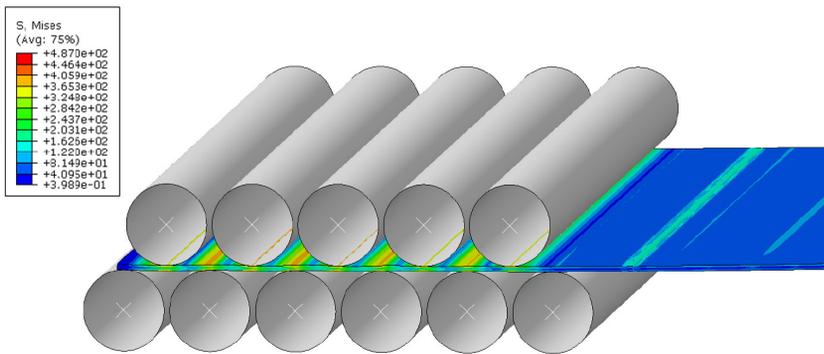


Figura 10: Campo de tensões equivalentes de Von Mises [MPa] da chapa ao longo do aplanamento (2º caso do estudo)

3.4 Resultados numéricos – 3D

Considerou-se para análise uma secção na zona mais severamente afetada por tensões residuais no centro da largura da chapa. O perfil das tensões normais σ_{xx} , ao longo da espessura, antes e após o processo obtidos pela simulação numérica podem ser observados na Figura 11.

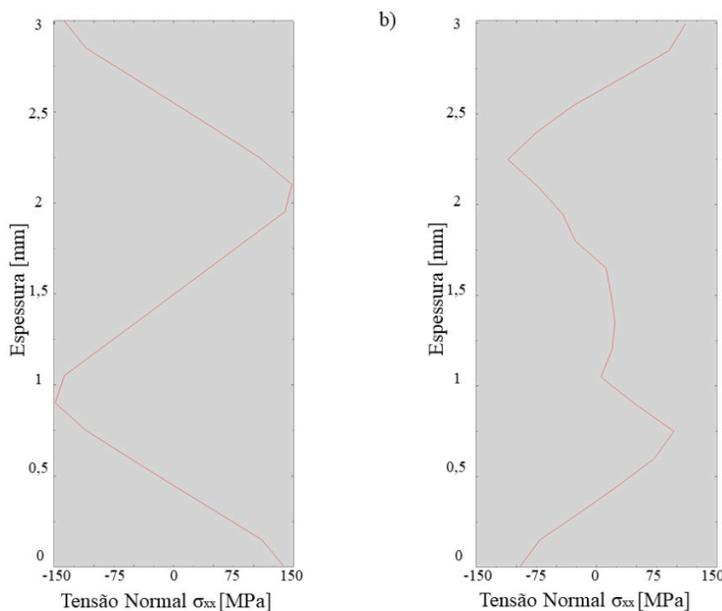


Figura 11: Perfil de tensões normais σ_{xx} obtidas ao longo da espessura na zona de refino de malha pelo modelo 3D: a) antes do processo de aplanamento; b) após o aplanamento

O perfil de tensões obtido antes do processo de aplanamento está de acordo com o expectável e é bastante semelhante ao obtido recorrendo ao modelo 2D. Já o perfil após o processo está mais severo, sendo alvo de discussão na próxima secção deste documento.

Na Figura 12 pode-se observar a evolução da deformada vertical de um dado segmento de chapa ao longo da direcção do comprimento.

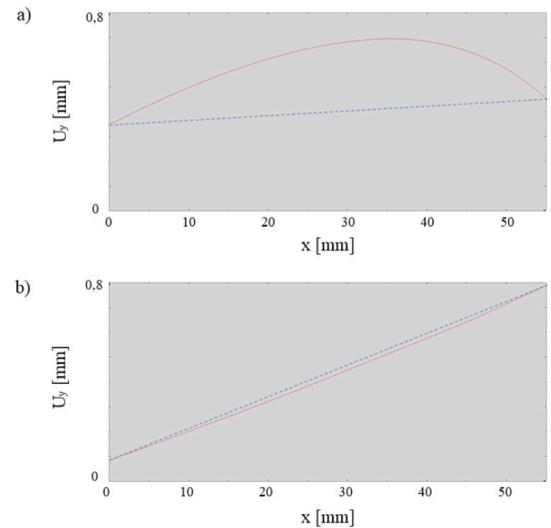


Figura 12: Deformada vertical U_y obtida ao longo do comprimento da chapa pelo modelo 3D: a) antes do aplanamento; b) após o aplanamento

Novamente, a curvatura que se observava no estado inicial da chapa foi consideravelmente reduzida, obtendo-se uma chapa mais plana e com a geometria mais próxima ao desejável. Recorrendo à mesma aproximação geométrica usada anteriormente, conclui-se que a porção de chapa representada está confinada entre duas retas paralelas distanciadas de aproximadamente 0,21 mm antes do processo de aplanamento e 0,06 mm após o processo, o que é ilustrativo da evolução da planeza da mesma.

A Tabela 4 (ver pág. 10) apresenta a comparação das forças de reacção dos rolos e das taxas de estado plástico entre os valores obtidos pelo modelo analítico e pelo modelo numérico 3D. Quanto às forças de reacção manteve-se o mesmo panorama que se observou com os valores obtidos na simulação 2D, visto que as forças apresentam a distribuição expectável, no entanto, com valores consideravelmente superiores. O mesmo acontece com as taxas de estado plástico, mas, como esperado, o 3º rolo é o que apresenta o maior valor de taxa de estado plástico.

3.5 Discussão de resultados

Os resultados obtidos pelos modelos desenvolvidos do método dos elementos finitos apresentam o comportamento expectável, no entanto, com algumas divergências entre a versão 2D e a versão 3D. Nesta secção, faz-se uma comparação entre os resultados obtidos entre estes 2 modelos e o modelo analítico.

Em ambos modelos do método dos elementos finitos, o processo de aplanamento permitiu uma redução considerável da curvatura da geometria inicial da chapa, como se pode observar na Figura 7 e na Figura 12. Os perfis de tensões residuais iniciais obtidos são extremamente semelhantes nos dois modelos. No entanto, o mesmo não acontece no perfil de tensões finais. Uma comparação destes pode ser observada na Figura 13.

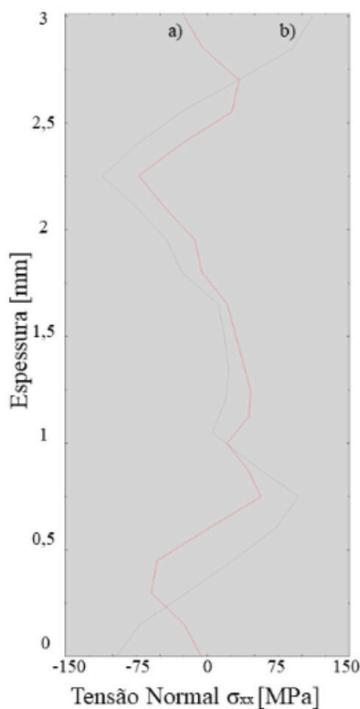


Figura 13: Perfil de tensões normais σ_{xx} ao longo da espessura na zona de refinamento de malha obtidas após o aplanamento pelos modelos: a) 2D; b) 3D.

Na zona central da espessura, os perfis apresentam-se com semelhanças, no entanto divergem junto às superfícies. O

perfil obtido pelo modelo 2D é suave e com amplitudes baixas, já o perfil obtido pelo modelo 3D é mais severo. Não só este apresenta maiores valores de tensões residuais, como estes valores estão mais distantes do eixo dos 0 MPa junto à superfície.

Tabela 4: Comparação de forças de reação e taxas de estado plástico obtidos pelo modelo analítico e pelo método dos elementos finitos (MEF) em 3D

Nº Rolo	Força de Reação [kN] Analítico	Força de Reação [kN] MEF 3D	Diferença Relativa das Forças de Reação	Taxa de Estado Plástico Analítico	Taxa de Estado Plástico MEF 3D	Diferença Relativa das Taxas de Estado Plástico
1	52	71	26%	0%	0%	---
2	160	212	24%	73%	82%	12%
3	217	283	23%	80%	85%	7%
4	216	282	24%	77%	84%	8%
5	211	276	24%	74%	81%	9%
6	206	267	23%	70%	77%	10%
7	199	254	22%	63%	70%	11%
8	189	230	18%	53%	57%	7%
9	168	186	10%	36%	30%	17%
10	110	117	6%	0%	0%	---
11	33	39	14%	0%	0%	---

A Tabela 5, a Figura 14 e a Figura 15 apresentam uma comparação direta das forças de reação e das taxas de estado plástico obtidas nos dois modelos numéricos 2D-3D e analítico.

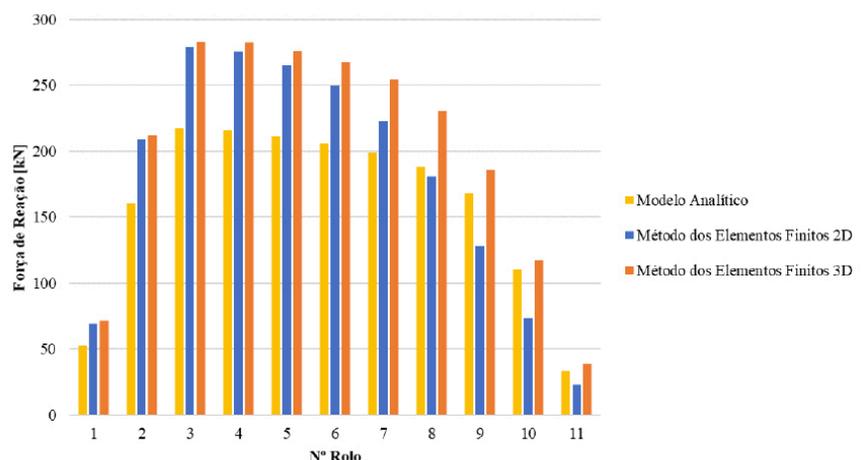


Figura 14: Comparação de forças de reação obtidas pelos 3 modelos

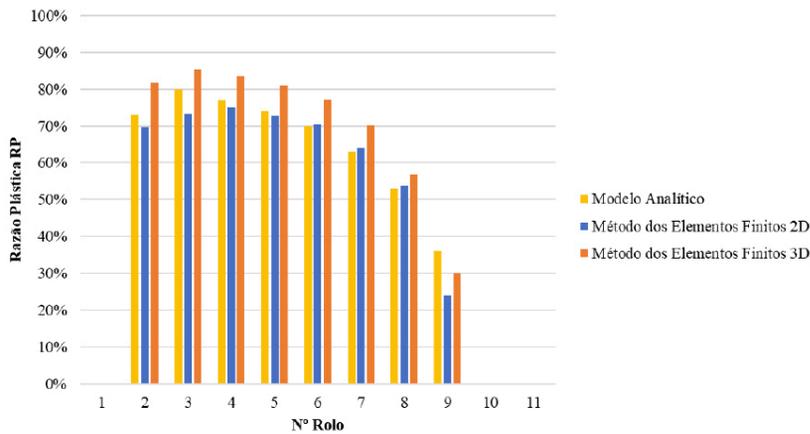


Figura 15: Comparação de taxas de estado plástico obtidas pelos 3 modelos

Tabela 5: Comparação de forças de reação e taxas de estado plástico obtidos pelo modelo analítico e pelo pelos modelos MEF 2D-3D

Nº Rolo	Força de Reação [kN]			Taxa de Estado Plástico		
	Analítico	MEF 2D	MEF 3D	Analítico	MEF 2D	MEF 3D
1	52	69	71	0%	0%	0%
2	160	209	212	73%	70%	82%
3	217	279	283	80%	73%	85%
4	216	275	282	77%	75%	84%
5	211	265	276	74%	73%	81%
6	206	250	267	70%	71%	77%
7	199	223	254	63%	64%	70%
8	189	181	230	53%	54%	57%
9	168	128	186	36%	24%	30%
10	110	73	117	0%	0%	0%
11	33	23	39	0%	0%	0%

As forças de reação apresentam uma diferença reduzida entre os modelos numéricos. No entanto, estes valores apresentam uma maior diferença para os valores obtidos pelo modelo analítico, apesar de apresentarem uma distribuição de acordo com o que é expectável. Vários fatores podem explicar esta diferença:

- O modelo analítico é baseado em aproximações geométricas, nomeadamente na configuração geométrica adotada pela chapa nas zonas de contacto com rolos. Desta forma, o raio de curvatura da chapa, e o ângulo de contacto, por exemplo, são sujeitos a aproximações que induzem erro no resultado final. O raio de curvatura influencia consideravelmente as forças de reação na zona de contacto com cada rolo. Observe-se a zona de contacto da chapa com o 3º rolo na Figura 16. O valor de raio de curvatura para um arco que passe pelos 3 nós destacados na Figura 16 a) é de 101,6 mm, e

o valor para os pontos destacados na Figura 16 b) é de 124,7 mm. Este valor apresenta algumas flutuações consoante os nós escolhidos para a análise. De qualquer forma, o valor está relativamente distante do valor de raio de curvatura previsto de 177,5 mm previsto pelo modelo analítico. Este fenómeno observa-se em todos os rolos, e o momento fletor experienciado pela chapa está diretamente relacionado com o raio de curvatura que, por sua vez, influencia diretamente os valores de força de reação. Usando os novos valores de curvatura calculados a partir de 3 nós adjacentes na zona de contacto no método analítico usado em [1] (em que se recorre às expressões de *Shinkin* [7] para o cálculo da curvatura), é possível reduzir as diferenças relativas das forças de reação entre o modelo analítico e o modelo de elementos finitos em 2D. Por exemplo, esta diferença passa de 21%, 20% e 18%, nos rolos 4, 5 e 6, respetivamente, para 13% nos três rolos.

- O modelo analítico não considera que a chapa calcada apresenta uma deformação inicial que contribui para um aumento da inércia de rotação da mesma, influenciado assim o processo de flexão da mesma;
- O modelo analítico e o modelo numérico recorrem a diferentes modelos para a descrição do material. Em detalhe, o modelo analítico apenas considera o parâmetro, designado por módulo tangente, que apenas permite definir o endurecimento linear do material;
- O modelo numérico desenvolvido é computacionalmente pesado e complexo, e, desta forma, a simulação apresenta “ruídos” que influenciam os valores finais obtidos.

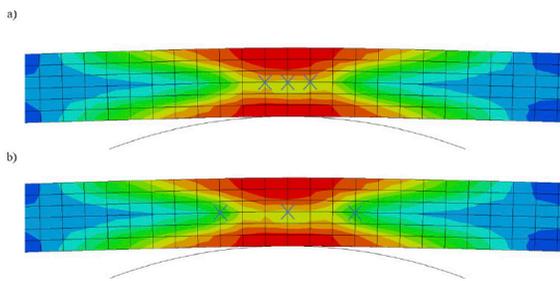


Figura 16: Zona de contacto da chapa com o 3º rolo. Os raios de curvatura dos arcos definidos pelos 3 pontos sinalizados na zona de contacto da chapa com o 3º rolo são em a) 101,6 mm; b) 124,7mm.

Passando a uma análise dos valores de taxa de estado plástico, os valores obtidos pelos métodos numéricos estão mais próximos dos obtidos pelo método analítico do que o que se observou com as forças de reação. Observa-se que o modelo numérico 3D forneceu valores de taxa de estado plástico superiores aos que se definem no modelo analítico, enquanto o modelo 2D obtém valores mais próximos.

Tendo isto em conta, pode-se concluir que o modelo numérico em 2D obtém valores mais próximos dos propostos pelo modelo analítico. Uma das maiores vantagens desta abordagem é que, em comparação com o modelo 3D, este apresenta custos computacionais e tempos de cálculo consideravelmente inferiores.

4. CONCLUSÕES

Neste artigo, o processo de aplanamento foi simulado recorrendo ao método dos elementos finitos, tendo sido usado o software comercial Abaqus para realizar os cálculos requeridos. O processo foi modelado tanto num ambiente 2D como num ambiente 3D e os resultados foram comparados com os obtidos por um modelo analítico.

Tanto na simulação 2D como na simulação 3D observou-se a planeza de chapa antes e após o processo.

Quanto aos perfis de tensões residuais, em ambos os casos ficaram mais suave. No entanto, o perfil final obtido pela simulação 2D é mais próximo ao que era previamente expectável.

Na análise das forças de reação dos rolos obtidas, obteve-se concordância entre o modelo 2D e o modelo 3D. No entanto, estes valores apresentam uma considerável diferença relativa em comparação com os valores obtidos pelo método analítico. As aproximações geométricas consideradas no modelo analítico e a diferença nos materiais usados nos modelos analítico e numérico são fatores que determinam a diferença nos resultados obtidos.

Finalmente, os valores de taxa de estado plástico obtidos numericamente são semelhantes aos obtidos analiticamente, sendo que o modelo 2D obteve valores ligeiramente inferiores ao analítico e o modelo 3D obteve valores superiores ao analítico. Na generalidade dos casos, recomendar-se-ia o uso do modelo 2D do método dos elementos finitos para o estudo deste processo, visto que resulta em valores relativamente conservadores e tem baixos custos de tempos e computacionais. Ainda assim, tanto o modelo analítico como o modelo 3D de métodos dos elementos finitos revelaram a sua utilidade. O modelo analítico permite uma previsão rápida dos valores de forças envolvidas no sistema e o modelo numérico 3D apresenta a capacidade de estudar defeitos ao longo da largura da chapa. Realça-se, no entanto, que usando o modelo analítico para fins de dimensionamento mecânico, devem ser considerados coeficientes de segurança para compensar as diferenças observadas entre este modelo e os modelos de elementos finitos, nomeadamente nas forças de reação experienciadas pelos rolos.

Não existindo a necessidade de estudar defeitos e perfis de tensão e deformação ao longo da largura da chapa, conclui-se que o uso do modelo 2D é, geralmente, preferível ao modelo 3D. As diferenças de valores observadas entre os dois modelos não são significativas o suficiente para compensar o aumento considerável de custo de tempo de computação exigido pelo método 3D.

Em trabalhos futuros, será relevante o ajuste do método analítico de forma a poder reduzir a diferença de resultados observados entre o modelo analítico e o modelo numérico. Para este fim, as aproximações geométricas consideradas poderiam ser revistas e ajustadas de forma a calibrar a curvatura do segmento deformado. Esta análise deve ser complementada com trabalhos experimentais para reforçar a validação dos métodos desenvolvidos.

Outro trabalho relevante será o estudo da influência que o uso de outros materiais no modelo analítico terá nos valores e erros obtidos. Para além disso, o estudo do ajuste de parâmetros para a correção de outros defeitos específicos de chapa será também relevante. Por exemplo, as chapas frequentemente possuem defeitos geométricos ao longo da sua largura e, na indústria, estes efeitos são corrigidos deformando os rolos de trabalho com uma forma convexa, impondo uma penetração extra numa seleção de rolos de suporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Soares, D. Cachulo, J.C.R. Pereira, E. Sousa, J.A.B Pacheco, C. Fernandes. Nova abordagem para a determinação das forças de reação e requisitos de potência de acionamento de uma aplanadora – uma abordagem analítica, Tecnometal, 2023.
- [2] J. Soares, Design and pre-dimensioning of the upper cassette of an intelligent roller leveler. Master’s thesis, Universidade do Porto, 2022.
- [3] Wole Soboyejo. Mechanical properties of engineered materials. CRC press, 2002.
- [4] M. Wójcik and A. Skrzat, “Identification of chaboche–lemaitre combined isotropic–kinematic hardening model parameters assisted by the fuzzy logic analysis”, Acta Mechanica, vol. 232, no. 2, pp. 685–708, 2021.
- [5] E. Silvestre, J. Mendiguren, E. S. de Argandoña, and L. Galdos, “Roll levelling numerical simulation using a nonlinear mixed hardening material model,” in 14th International Metal Forming Conference, Krakow, Poland, pp. 1295–1298, 2012.
- [6] P. Krolo and D. Grandic. Hysteresis envelope model of double extended end-plate bolted beam-to-column joint. Buildings, 11(11):517, 2021.
- [7] V. Shinkin, “Simplified calculation of the bending torques of steel sheet and the roller reaction in a straightening machine,” Steel in Translation, vol. 47, no. 10, pp. 639–644, 2017.

ERRATA

No artigo “Nova abordagem para a determinação das forças de reação e requisitos de potência de acionamento de uma aplanadora – uma abordagem analítica”, publicado na edição nº 163 – julho/agosto/setembro de 2023, desta revista, na página 12:

Onde se lê:

$$y = \frac{F}{EI} \left(-\frac{1}{12} x^3 + \frac{1}{16} x \right) \left(\frac{1}{16} \right) \cdot x \cdot (L^2)$$

Leia-se:

$$y = \frac{F}{EI} \left(-\frac{1}{12} x^3 + \frac{1}{16} xL^2 \right)$$

Diagnóstico de um Sistema de Produção (Parte I)

Autor: Rui Marques - Action Lean Consulting

RESUMO

Neste artigo, o primeiro de dois, falamos sobre como levar a cabo um diagnóstico abrangente de um sistema produtivo, alinhado com os princípios Lean, com vista a gerar um plano de melhoria com real impacto na conta de resultados da empresa.

Esta 1ª Parte irá incidir sobre a análise do sistema de produção atual e sobre a identificação de oportunidades de melhoria.

INTRODUÇÃO

Desde há muito tempo se tem procurado fazer uma análise quantificada dos sistemas de produção, tendo em vista a sua melhoria.

Têm-se para tal utilizado algumas ferramentas que nos dão, em muitos casos, uma visão parcial, centrada apenas nos processos de produção.

Importa ter uma visão mais completa, da cadeia de valor, incluindo os clientes, os fornecedores, os fluxos de materiais, o fluxo de informação e, obviamente, os processos.

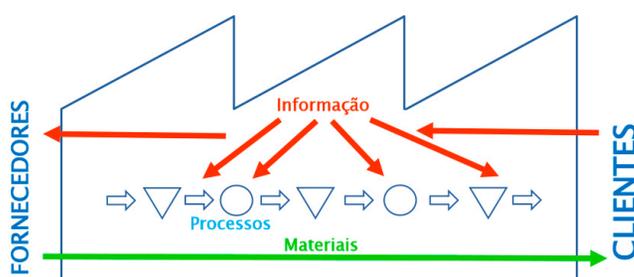


Figura 1: Representação esquemática de uma cadeia de valor

A metodologia que iremos apresentar dar-nos-á essa visão mais alargada.

ANÁLISE DA PROCURA

Tudo começa com o cliente. O diagnóstico deve assim começar com uma análise do modo como o cliente consome os produtos fabricados, para podermos de seguida avaliar até que ponto o sistema de produção está alinhado com a procura.

Análise ABC/XYZ

A análise ABC, relacionada com o princípio de Pareto, é utilizada há muito tempo para gestão de vendas, de stocks e de produção. Segundo este princípio, devemos concentrar os nossos esforços nos poucos itens que representam o maior volume de vendas.

A dimensão ABC tem a ver com o volume da procura por parte do cliente. De acordo com esta dimensão, os produtos de alto volume de consumo (tipicamente representando 80% das vendas) são classificados como A, os produtos de volume intermédio (entre 80 e 95% das vendas) são designados B e os de baixo volume são classificados como C. A análise ABC pode também ser feita em função das vendas em valor.

A dimensão ABC não é, no entanto, suficiente para uma correta gestão, pois não tem em conta o fator Incerteza, que é abordada na dimensão XYZ.

A dimensão XYZ está relacionada com a frequência com

que o cliente consome os produtos que fabricamos. De acordo com esta dimensão, os produtos são classificados como X (consumo regular e mais previsível), Y (periodicidade de consumo intermédia) ou Z (consumo muito irregular e imprevisível).

Produtos	Total	Dem. Pat.	#25	#25	#30	#31	#32	#33	#34	#35
Produto #1	194 396	5 485	6 500	0	5 550	6 500	600	800	800	0
Produto #2	146 852	3 384	2 700	540	1 402	16 126	1 305	1 305	0	1 700
Produto #3	48 815	2 094	0	0	0	200	600	0	0	0
Produto #4	49 727	2 376	0	0	0	300	300	0	0	0
Produto #5	40 461	2 833	0	0	0	300	60	0	0	0
Produto #6	35 049	4 238	0	250	0	0	0	0	0	0
Produto #7	25 500	1 947	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #8	23 325	1 126	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #9	20 741	2 540	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #10	19 392	941	310	0	0	0	0	0	0	0
Produto #11	17 120	1 506	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #12	10 812	1 484	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #13	8 811	635	0	1 138	0	0	0	0	0	0
Produto #14	7 573	300	320	0	0	0	0	0	0	0
Produto #15	6 745	225	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #16	6 547	216	300	0	0	0	0	0	0	0
Produto #17	6 300	882	0	0	0	0	0	0	0	0
Produto #18	4 139	177	80	0	0	0	0	0	0	0
Produto #19	3 800	354	0	0	0	0	0	0	0	0

ABC/XYZ	X	Y	Z
A	0	2	7
B	0	0	10
C	0	0	69

Volume de vendas (M\$)	X	Y	Z
A	0%	46%	32%
B	0%	0%	16%
C	0%	0%	5%

Figura 2: Exemplo de Análise ABC/XYZ

Cálculo do Takt Time

Conhecendo a procura do cliente, devemos calcular o *takt time*. O *takt* representa o ritmo a que o cliente consome os produtos fabricados pela empresa. É um tempo de ciclo, expresso em unidades de tempo decorrido entre unidades consecutivas consumidas.

Calcula-se dividindo o tempo líquido de produção da empresa pela quantidade consumida no mesmo período, de acordo com a seguinte fórmula:

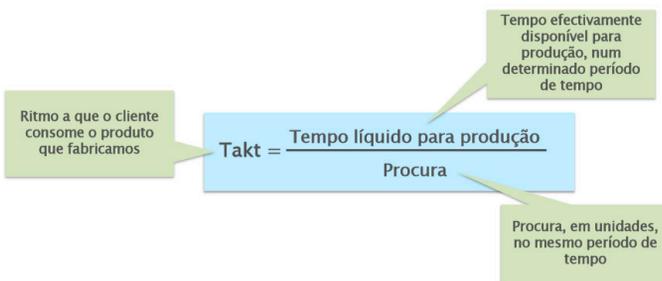


Figura 3: Fórmula de cálculo do Takt Time

O *takt* vai-nos servir, nesta primeira fase, para avaliar até que ponto o sistema de produção está ou não sincronizado com a procura, e se os diferentes processos que o compõem estão sincronizados entre si.

Prazo de Entrega

É também fundamental conhecer o Prazo de entrega esperado pelo cliente, para o podermos relacionar com o *lead time* do processo produtivo.

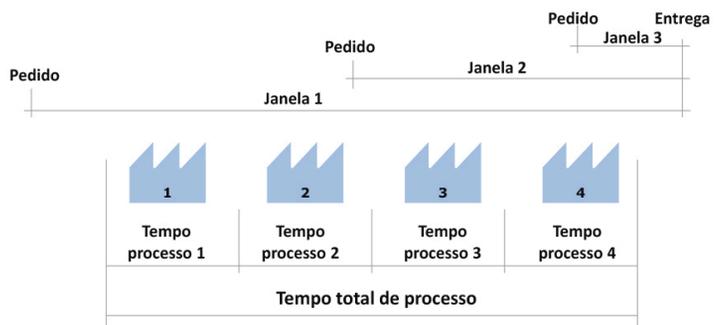


Figura 4: Representação da relação entre Lead-time e Prazo de Entrega esperado

A relação entre o *lead-time* do processo e o prazo de entrega esperado pelo cliente irá definir o modelo *pull* a adotar.

FLUXO DE MATERIAIS E DE INFORMAÇÃO

Fluxo de Materiais

Após termos analisado a procura, vamos fazer o levantamento do fluxo de materiais, desde a receção de matérias-primas até à expedição do produto acabado para o cliente.

Pretende-se com este levantamento identificar e quantificar os diferentes estados (movimentação, *stock*, controlo, transformação) em que se encontram os materiais ao longo da cadeia produtiva e, fundamentalmente, identificar todo o desperdício (operações que não acrescentam valor).

Fluxo de Informação

Em paralelo com o fluxo de materiais, faremos o levantamento do correspondente fluxo de informação (Planeamento, Lançamento e Controlo), ou seja, de como a informação relativa às necessidades do cliente é tratada e enviada aos processos produtivos. Faremos também o levantamento de como enviamos a informação necessária aos fornecedores de matérias-primas e de componentes.

Iremos também verificar se este fluxo de informação traduz fielmente a procura do cliente.

Para representar estes dois fluxos, iremos utilizar o *VSM-Value Stream Mapping* (Mapeamento da Cadeia de Valor), que tem a sua origem no *MIFA Materials and Information Flow Analysis* da Toyota.

O VSM não é mais do que uma representação gráfica de uma cadeia de valor mostrando, do lado direito, o cliente e os dados da procura, do lado esquerdo os fornecedores e os dados relativos aos aprovisionamentos, na parte superior todo o fluxo de informação, na parte central o fluxo de materiais e os dados principais relativos aos processos e, na parte inferior, os dados relativos ao *lead-time* (resultantes da conversão de dados de stock em tempo).

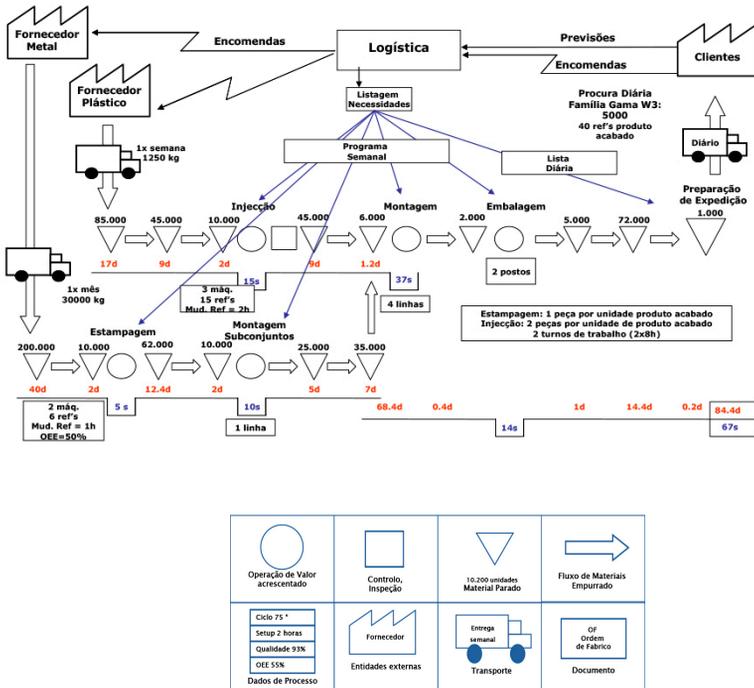


Figura 5: Exemplo de VSM do estado actual (com legenda)

PROCESSOS PRODUTIVOS

O levantamento dos fluxos de materiais e informação será complementado com uma análise dos diferentes processos produtivos envolvidos.

Fiabilidade dos Equipamentos

Estão os equipamentos produtivos disponíveis para produzir, quando necessário, produtos conformes na cadência e quantidade requerida?

O indicador adequado para responder a esta questão é *OEE Overall Equipment Effectiveness* (referido em artigo anteriormente publicado) e que resulta do produto da Disponibilidade, Velocidade e Qualidade. Um valor de *OEE* inferior a 85% (consoante o tipo de processo) é sinal de oportunidade evidente de melhoria.

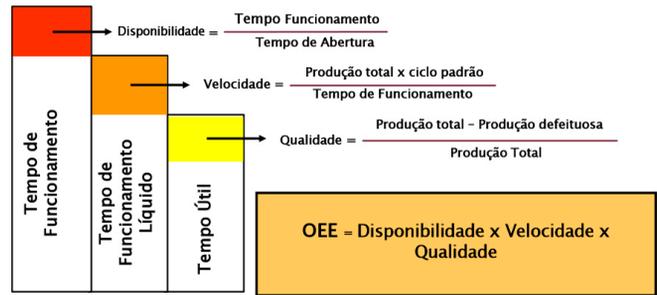


Figura 6: Cálculo de OEE

Variação e Robustez dos Processos

Qualquer processo apresenta variação. Esta variação pode ser devida a causas comuns, inerentes ao próprio processo, ou devida a causas especiais, perturbações do processo. Qual a variabilidade dos processos? Estão os processos sob controlo estatístico?

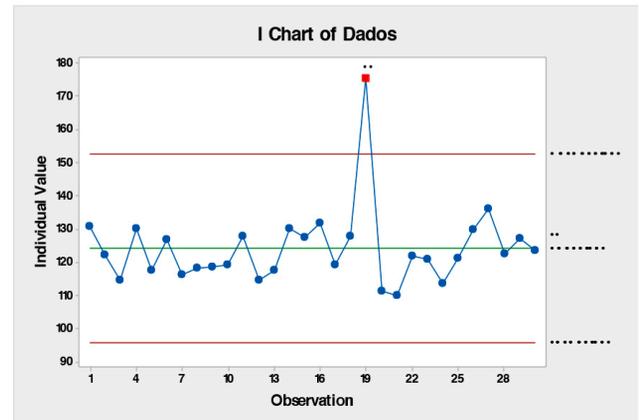


Figura 7: Exemplo de Carta de Controlo de Processo

Tendo em conta a variação, qual a Capacidade do Processo, ou seja, é o processo capaz de produzir consistentemente produtos dentro das especificações do cliente?

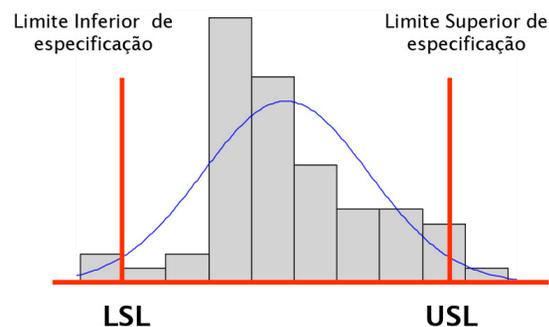


Figura 8: Relação entre Limites de Especificação e Variação do processo

Flexibilidade dos Processos

Um outro aspeto importante a analisar é o da flexibilidade dos processos face à variedade: no caso de haver necessidade de produzir várias referências nos mesmos equipamentos, são estes capazes de passar de uma referência a outra em tempo curto?

O indicador “Tempo de mudança de série” mede o tempo de *setup*, o qual decorre entre a última unidade produzida da série anterior e a primeira unidade (conforme e produzida à cadência nominal) da nova série.

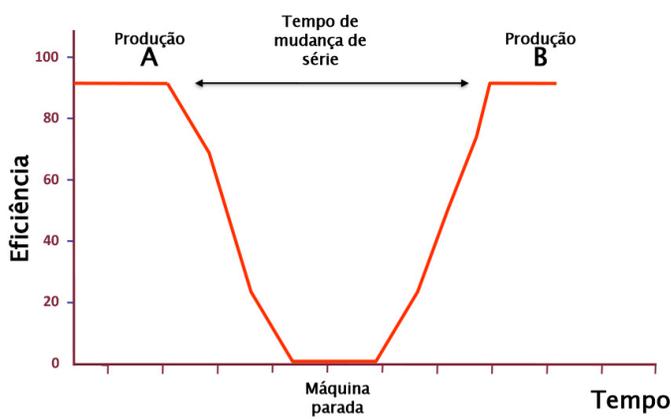


Figura 9: Representação do tempo de mudança de série

Importa analisar as eventuais restrições que impedem o processo de produzir qualquer referência que o cliente peça, na exata sequência em que é pedida

Um outro aspeto da Flexibilidade a ser analisado é a flexibilidade face ao volume: face a variações de volume da procura, os processos ajustam-se facilmente, apresentando níveis de eficiência constantes, independentemente do volume?

Processos Manuais

Os processos manuais (ou que combinam operações manuais com operações máquina) têm também de ser analisados do ponto de vista da eficiência da mão de obra ou seja, que proporção do tempo dos colaboradores é dedicada a acrescentar valor e que proporção é consumida em tarefas sem valor acrescentado.

Os operadores estão ocupados em operações de transformação, habitualmente de valor acrescentado, operações de carga e descarga, controlo, movimentações e espera/inactividade.

Uma ferramenta muito útil nesta análise é o denominado Diagrama Spaghetti, que representa todas as movimentações do operário no posto de trabalho:

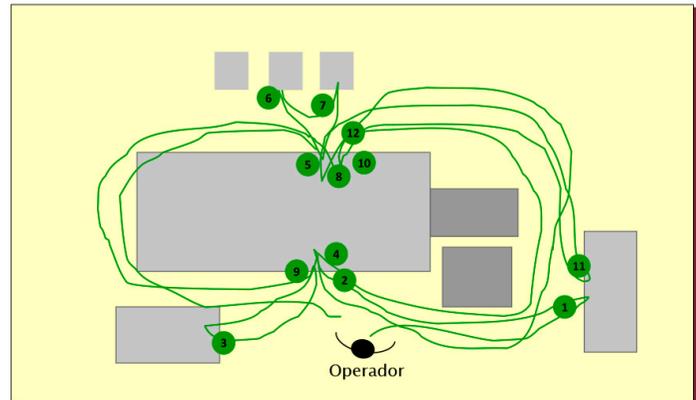


Figura 10: Exemplo de Diagrama Spaghetti

Para além de identificar e quantificar as tarefas que não acrescentam valor, iremos também olhar com atenção para a variação presente nas tarefas manuais, a qual está muitas vezes relacionada com a inexistência de trabalho normalizado.

Observaremos ainda o nível de formação das pessoas e o seu grau de polivalência ou seja (numa perspectiva Lean, a sua competência em operar vários processos distintos).

Linha: M-12-L		Quadro de Polivalência								Data: 12 - 07 - 2001		
Habilitação		Presagem interior	Mandrilagem	Rectificação de face	Limpeza do bloco	Rectificação do êmbolo	Limpeza do êmbolo	Montagem	Controlo de funcionamento	Embalagem		Habilitação
Nome do operador												
Augusto Meneses		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2
Francisco Gomes		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2
Manuel Carvalho		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2
Fernanda Lemos		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3
Luís Barradas		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0
Victor Silva		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1
Goreti Gonçalves		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0
Operadores habilitados		1	1	1	1	1	1	1	1	2		
Operadores necessários		3	3	3	3	3	3	3	3	3		

● Em Formação
 ● Não autónomo
 ● Autónomo
 ● Formador

Figura 11: Matriz de Polivalência

IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Após realizado todo o levantamento de informação e a sua representação no VSM, iremos identificar as diferentes oportunidades de melhoria que o sistema atual apresenta. Estas oportunidades de melhoria devem ser vistas numa perspetiva de “sistema”, com impacto real na cadeia de valor.

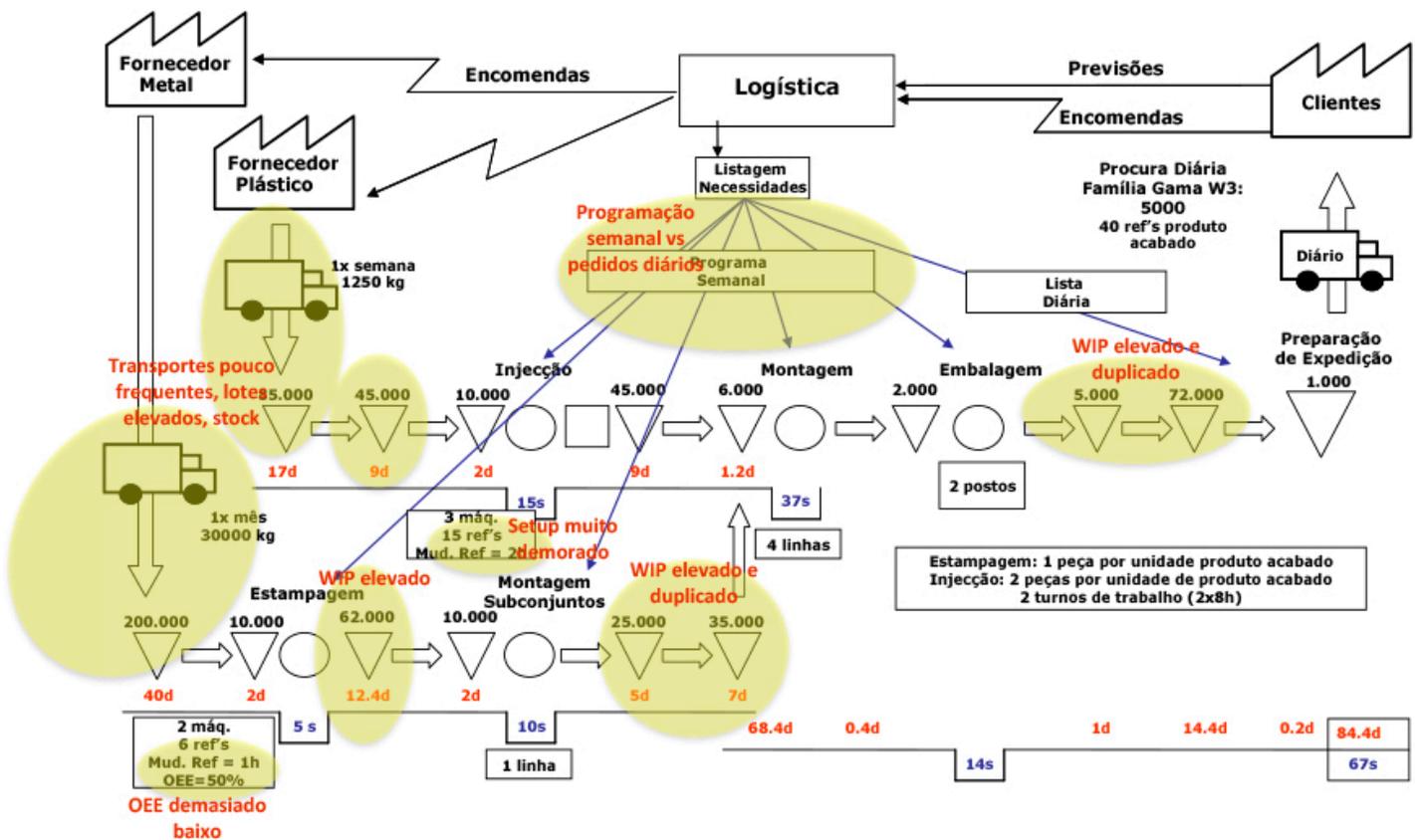


Figura 12: VSM com identificação de oportunidades de melhoria

Matriz de maturidade Lean Manufacturing								
Nº	Critério	Comentário	Avaliação					
			0	1	2	3	4	5
1	Sincronização com a procura	Produzir, em cada etapa do processo, ao ritmo do consumo do cliente	O conceito de takt time não é conhecido ou utilizado	É calculado o takt time mas não é utilizado para definir tempos de ciclo	Os tempos de ciclo na montagem estão relacionados com o takt	A montante, os tamanhos de lote ou a sua frequência estão relacionados com o takt	Todos os tempos de ciclo são calculados com base no takt e no EPE	Na montagem o tempo de ciclo é exactamente igual ao takt time
2	Análise de processo	Eliminar continuamente tudo o que não acrescenta valor	Não se aplica o conceito de desperdício. Processos com elevada percentagem de desperdício.	Utilização incipiente dos conceitos. Análise de processo realizada a algumas operações ou processos	Os principais processos já foram analisados, pela Engenharia/Métodos. Principais desperdícios identificados	Análises regulares de processo envolvendo os operadores. Planos de acção para eliminar desperdício	Todos os processos são formalmente analisados e melhorados uma vez por ano	Evidência de melhoria contínua
3	Produção em fluxo	Produzir na sequência do produto, minimizando o lead-time	Layout por função e postos isolados são a regra. Fluxo turbulento. Transporte entre operações	Alguns exemplos de postos na sequência do produto. Stock não normalizado entre postos. Os operadores estão isolados, na maioria	Postos na sequência é a regra. Stock limitado entre postos. Operadores agrupados. Fluxo não totalmente laminar	Fluxo unitário (ou pequeno lote quando a tecnologia não permite lote unitário), normalizado (variabilidade a montante). Integração de pré-montagens	Fluxo sincronizado montante/jusante e completamente laminar (sem interferência de outras linhas)	Fluxo totalmente contínuo, em peça a peça
4	Capacidade	Garantir a capacidade para os volumes e o mix a produzir	Não é conhecida a capacidade dos equipamentos	Capacidade calculada pela Engenharia, numa fase inicial apenas	Capacidade medida, numa óptica de departamento/sector	Capacidade medida, numa óptica de gestão de cadeia de valor	Gerida para os postos críticos da cadeia de valor com base no takt	Gerida para toda a cadeia de valor com base no takt
5	Equilibragem	Garantir a economia da mão de obra	Não é feita equilibragem, a repartição do trabalho é informal	Repartição do trabalho (estática) feita pelos Métodos / Engenharia	Equilibragem feita por grupo de trabalho com participação dos operadores	Cálculo do nº de operadores a partir do takt. Equilibragem dinâmica, entreaduada normalizada	Equilibragem para vários tempos de ciclo / takt	Integração dos conceitos na concepção do produto/processo. Melhoria contínua
6	Separação homem / máquina	Garantir a economia da mão de obra	Um operador em cada máquina	Alguns operadores conduzem mais do que uma máquina de forma não normalizada	Condução de várias máquinas de forma normalizada	Separação homem-máquina permite condução de todas as máquinas de uma linha	Separação homem-máquina e trabalho normalizado para a integração de várias linhas	Integração dos conceitos na concepção do produto/processo.

Figura 13: Extrato de Matriz de Benchmarking

Podemos ainda socorrer-nos de uma ferramenta de *benchmarking* para avaliarmos até que ponto o nosso sistema de produção está alinhado (ou não) com as melhores práticas, tendo obviamente em atenção a especificidade do setor de atividade da empresa.

SÍNTESE DA ABORDAGEM

Delineamos a estratégia operacional para termos uma visão clara do estado atual do sistema de produção, e do seu potencial de melhoria, que devemos partilhar com as nossas equipas.

Na 2ª parte deste artigo, a publicar na próxima edição da TecnoMetal, iremos apresentar uma visão futura para o sistema de produção e como definir o plano de ação para a implementar.

REFERÊNCIAS

Mike Rother, John Shook

“Learning to see”

Lean Enterprise Institute, 1999

ISBN-10: 0966784308

ISBN-13: 978-0966784305

32BIEMH

3-7 JUNHO 2024
Bilbau, Espanha

ARE
YOU
READY?

COME TO
BIEMH

Conhecimento, tecnologia e
oportunidades que antecipam
o futuro da indústria.

Contato:
Tel. +34 94 404 0092
biemh@bec.eu

Parceiro institucional:



Organizadores:





Inovação na Indústria das Embalagens Metálicas: Um estudo sobre o impacto da inspeção automática da qualidade neste setor

Autores: Diogo Ferreira, Fábio Miranda, Pedro Deusdado, José Gonçalves e Magno Guedes (Introsys, S.A.); Alexandra Peixoto e Marta Mendes (CATIM); Diogo Rodrigues (Colep Packaging)

RESUMO

As embalagens metálicas são um recurso bastante versátil tendo em conta a sua capacidade de proteção dos bens encapsulados. Por conseguinte, são normalmente utilizadas para armazenamento de produtos com prazo de validade alargado, por exemplo, na indústria conserveira, ou em aerossóis para conter matérias sob pressão. É, assim, de elevada importância garantir a integridade estrutural de cada embalagem produzida, cuja qualidade deve ser assegurada de acordo com normas e diretivas definidas para este tipo de produto. No entanto, esta verificação contínua e abrangente a 100% das embalagens produzidas numa linha de produção é complexa e exigente. O presente estudo conduz a uma análise compreensiva de um vasto espetro de técnicas de inspeção, desde a inspeção visual manual ao domínio sofisticado das tecnologias de ponta, como a visão artificial, a inspeção ultrassónica e os sistemas baseados em inteligência artificial.

Ao analisar cuidadosamente os pontos fortes e as limitações de cada abordagem, este estudo procura identificar os casos de uso mais eficazes e adaptáveis para satisfazer as diversas necessidades da inspeção da qualidade. Este estudo pretende contribuir com uma análise comparativa entre as soluções existentes e tecnologia emergente, consubstanciado numa proposta dos autores deste artigo, destacando as vantagens e características inovadoras que possam contribuir para uma democratização do controlo da qualidade na produção de embalagens metálicas.

Palavras-chave: Sistemas de visão, controlo de qualidade, latas metálicas, indústria de embalamento

1. INTRODUÇÃO

Num cenário industrial em constante evolução, cada vez mais sensível às necessidades dos consumidores finais e à garantia de sustentabilidade dos processos produtivos, a qualidade dos produtos tem sido alvo de uma crescente preocupação por parte dos fabricantes, em que a margem de erro nos processos de produção diminuiu substancialmente. Métodos tradicionais de controlo da qualidade tornaram-se insuficientes, o que levou à procura e adoção de novas soluções capazes de elevar a qualidade final dos produtos a patamares superiores, sem descurar a eficiência dos processos e os custos de produção.

A inspeção manual de produtos (considerando posição, geometria e tipo de material), continua a ser um desafio considerável em todos os setores industriais. No entanto, confiar unicamente nas capacidades humanas para tarefas tão complexas expõe os trabalhadores a riscos físicos e mentais. A fadiga, movimentos não ergonómicos e horas prolongadas de vistoria contribuem para elevadas taxas de variação nas unidades de produção.

Neste contexto, a introdução de métodos não destrutivos, como o recurso à visão artificial, tem vindo a tornar-se cada vez mais comum. Estas tecnologias representam uma convergência de *hardware* e *software* sofisticados que utilizam técnicas avançadas de processamento de dados, algoritmos de aprendizagem automática e inteligência artificial. Esta abordagem permite a análise metódica e em tempo real de 100% dos produtos ao longo da linha de produção, sem necessidade de intervenção humana. A capacidade destes sistemas de realizar inspeções em tempo real e identificar até os menores defeitos que poderiam passar despercebidos com métodos tradicionais, contribui para manter a consistência na qualidade do produto.

No âmbito desta evolução tecnológica, a Introsys destaca-se no desenvolvimento de soluções de visão artificial. O projeto Produtech R3 apresenta sistemas automatizados de controlo da qualidade em diversos setores, incluindo embalamento, alimentar e cortiça. Concretamente no setor de embalamento, a Introsys criou um sistema de visão artificial destinado à inspeção de tampas de latas metálicas. Este sistema, equipado com tecnologias avançadas de controlo de qualidade, realiza inspeções metódicas em linhas de produção de alta velocidade. A abordagem inovadora de inspeção dupla, onde tanto a parte superior quanto o lado inverso da tampa são minuciosamente analisadas, assegura um controlo de qualidade robusto e redundante. Ao implementar tais soluções, a Introsys oferece aos fabricantes a capacidade de atingir um nível inigualável de garantia de qualidade, aumentando assim, a satisfação do cliente num mercado extremamente competitivo. A convergência entre a tecnologia de visão artificial e o controlo de qualidade não apenas impulsiona avanços neste setor, mas também representa um progresso significativo na busca por processos industriais mais eficientes, competitivos e sustentáveis [1].

2 – ESTADO DA ARTE

2.1 – História

A inspeção de latas de metal sofreu uma evolução significativa ao longo

da sua história, impulsionada pelo compromisso da indústria com o controlo da qualidade. Inicialmente, a verificação visual dos produtos na linha de produção estava atribuída aos operadores, porém implicava tempo adicional e era vulnerável à falha humana. A introdução de máquinas de inspeção mecânica no início do século XX automatizou o processo e simplificou a identificação de defeitos. No entanto, estas máquinas tinham limitações na deteção de defeitos pouco visíveis sob a superfície. A década de 1950 marcou um ponto de viragem com a introdução dos equipamentos de inspeção por ultrassons [2-4], que utilizam ondas sonoras para detetar defeitos ocultos sem comprometer o produto. Esta técnica permitiu progredir neste sector ao identificar defeitos óbvios e implícitos. Posteriormente, a tecnologia de raios-X revolucionou a inspeção de latas de metal, ao permitir a deteção de objetos estranhos, discrepâncias no nível de enchimento e falhas no material [5], [6]. Atualmente, a inspeção de latas de metal continua a evoluir com a integração de tecnologias de ponta como a inteligência artificial, a aprendizagem automática e os conceitos da Indústria 4.0.

2.2 – Controlo da Qualidade

O controlo da qualidade é essencial na indústria, pois incorpora procedimentos metódicos para avaliar e garantir a conformidade dos produtos e serviços de acordo com os critérios estabelecidos e aceites, tanto de um ponto de vista legal, como da necessidade e expectativas dos consumidores. Visa assegurar que o desempenho empresarial atinge ou supera padrões de performance, segurança e sustentabilidade, envolvendo inspeções rigorosas, testes exaustivos e análises detalhadas de matérias-primas e produtos. Este processo abrangente realiza-se com o objetivo de identificar, corrigir e evitar defeitos ou não-conformidades em relação aos parâmetros aceitáveis [7].

A eficiência do processo de controlo da qualidade é crucial na indústria da manufatura, permitindo criar uma linha de defesa contra a proliferação de defeitos ou erros, contribuindo para a redução do desperdício e custos de produção, assim como para o aumento da credibilidade e fiabilidade dos produtores. Esta eficiência contribui para uma vantagem competitiva e estabilidade financeira por parte das empresas neste setor. Além disso, desempenha um papel fundamental na satisfação do cliente, pois fortalece parcerias a longo prazo. No contexto regulatório, o controlo da qualidade assegura o cumprimento de normas ambientais e previne consequências legais, como multas ou danos à reputação empresarial.

O controlo da qualidade na indústria não é um processo discreto, mas sim uma intervenção permanente e rigorosa que abrange todo o ciclo de fabrico. Requer comunicação entre diversos departamentos, como produção, engenharia, gestão da qualidade e até mesmo marketing. Para estabelecer uma intervenção consistente nos processos de fabrico, as empresas adotam uma abordagem multifacetada, combinando inspeção manual, testes automatizados, análise estatística e metodologias como *Six Sigma* ou *Gestão da Qualidade Total*, para garantir que os seus produtos respondem aos mais elevados padrões e asseguram a sua posição de valor no mercado.

A implementação de um sistema de controlo da qualidade na indústria envolve várias etapas cruciais. Devem ser definidas métricas adequadas para a validação dos requisitos de qualidade e selecionados métodos eficazes de inspeção e/ou ensaio, assegurando a comunicação e resolução das anomalias detetadas.

A evolução do controlo da qualidade, de manual para automatizado com a introdução de técnicas baseadas em en-

saios não-destrutivos, como o caso da visão artificial, oferece vantagens significativas para a indústria e para os seus clientes. Para a indústria, a integração destes sistemas melhora a eficiência e eficácia dos processos, o que reduz custos de produção através da prevenção ou mitigação de defeitos. A automação assegura inspeções consistentes e fiáveis através da eliminação de erros associados à inspeção humana e do risco de defeitos não detetados. Os clientes beneficiam de produtos mais confiáveis, que consistentemente atendem ou excedem as suas expectativas, gerando fidelidade na marca. A convergência entre controlo da qualidade e sistemas de visão resulta na capacidade de inspecionar todos os produtos, evitando-se a necessidade de inferir a sua qualidade por amostragem. Tais produtos conseguem ser superiores aos demais, pois oferecem maior garantia de segurança e fiabilidade, que é traduzido num aumento da satisfação e confiança do cliente [8].

O controlo da qualidade está incluído na gestão da qualidade, que inclui os conceitos: planeamento da qualidade, garantia da qualidade e melhoria da qualidade. Em [9], os autores descreveram todos os componentes da gestão da qualidade, tornando mais claro para o leitor o seu impacto na indústria.

2.3 – Métodos de Inspeção

Nos últimos anos, a indústria de embalamento tem assistido a avanços significativos ao nível das tecnologias de inspeção de latas de metal, tendo revolucionado as práticas de controlo da qualidade. Os sistemas de inspeção de última geração utilizam tecnologias de ponta para garantir uma maior qualidade do produto, otimizar os processos de produção e cumprir normas regulamentares rigorosas. O domínio da inspeção de metais tem evoluído, incorporando tecnologias inovadoras para melhorar e garantir uma qualidade superior dos produtos [10].

A inspeção de superfícies planas metálicas é essencial para a indústria metalúrgica, conforme destacam os autores de [11]. Eventuais defeitos superficiais que não sejam tratados de forma específica podem comprometer a integridade do produto metálico, o que pode resultar em custos significativos tanto para o fabricante como para o utilizador final. Em ambiente industrial, a tarefa de inspecionar este tipo de superfície é extremamente difícil devido à variedade de geometrias e tipologias, tanto do material que compõem a embalagem, como dos defeitos que podem ser gerados.

Tendo a visão artificial mostrado maior capacidade, a nível prático, para satisfazer todos estes requisitos, os autores apresentam cinco passos sequenciais para inspecionar superfícies planas metálicas: aquisição de imagem; pré-processamento de imagem; extração de características; seleção de características; classificador de defeitos. De todas as etapas referidas, a extração de características está diretamente ligada à aplicação de algoritmos para obter propriedades metálicas. Cada propriedade tem o seu próprio método de extração (baseado em escala de cinzentos, forma, textura, transformação ou aprendizagem automática).

Para corroborar esta potencial solução, os autores fizeram uma revisão de cerca de duas décadas de investigação sobre a deteção visual au-

tomatizada de defeitos em superfícies planas de aço, e constataram a necessidade de equilibrar precisão e eficiência relativamente a: atingir o funcionamento em tempo real; priorizar a redução do ruído ao nível do sensor e; apelar a critérios de avaliação normalizados através da análise de diversos conjuntos de dados.

Outra análise relativa à inspeção em superfícies planas de aço é apresentada em [12], os autores descrevem a importância da superfície metálica no sector industrial referindo que é provavelmente o mais importante de todos os metais em termos de quantidade e variedade de utilização. Em termos de inspeção, as principais dificuldades apresentadas são: localização – iluminação; câmaras e equipamento de processamento de sinais; grande variedade de defeitos de superfície; elevada velocidade de funcionamento; elevado número de câmaras - considerando produtos planos longos.

Além disso, este estudo enumera os defeitos de superfície mais comuns dos produtos planos de aço. Dependendo das características do produto, existem diferentes anomalias passíveis de serem identificadas. Os defeitos mais comuns são: fissuras, riscos, furos, sobre enchimento e corrosão.

Em conclusão, este documento analisa os métodos de inspeção automáticos para superfícies de aço que utilizam técnicas de processamento de imagem que abrangem um período de mais de duas décadas. São destacados os desafios colocados pelo ambiente rigoroso das fábricas de transformação de aço, destacando a necessidade de uma iluminação precisa e da conceção de sistemas de processamento de imagem que permitam lidar com o ruído proveniente das condições da superfície a analisar.

O documento assinala uma mudança de foco na deteção de defeitos em superfícies planas geradas por laminagem a frio para superfícies planas ou perfilados gerados por laminagem a quente, recorrendo a várias técnicas, incluindo redes neuronais e máquinas de vetores de suporte. O funcionamento em tempo real é essencial para a produção de aço a alta velocidade, o que exige sistemas com hardware dedicado. No entanto, persistem desafios devido à falta de imagens padronizadas, métodos experimentais e definição de defeitos. Os sistemas comerciais de inspeção automatizada estão consolidados, mas requerem afinação e colaboração contínua para se adaptarem às características dos defeitos em contínua evolução.

Em [13], foi desenvolvido um sistema de visão artificial para inspecionar as superfícies de esferas metálicas e identificar defeitos. As esferas metálicas são amplamente utilizadas em vários componentes de máquinas, particularmente em indústrias como a dos rolamentos, onde a sua integridade estrutural é crítica devido à exposição a alta pressão e fricção. Este sistema inovador utiliza um par de câmaras CCD progressivas para captar múltiplas imagens em escala de cinzentos da superfície da esfera em movimento, reduzindo eficazmente os reflexos especulares. Os defeitos são detetados através da comparação de cada imagem captada com uma imagem de referência, o que permite ao sistema classificar eficazmente duas esferas cromadas por segundo. Esta capacidade de deteção de defeitos de alta precisão garante a manutenção das propriedades mecânicas e evita potenciais falhas da máquina.

Outra aplicação é a deteção de defeitos na superfície de aço laminado a

quente, avaliação complexa pois a sua aparência heterogénea dificulta a identificação e caracterização de defeitos estéticos.

Os métodos de deteção tradicionais, baseados em modelos ou em segmentações binárias, têm problemas de desempenho nas situações anteriormente descritas. Por conseguinte, o estudo em [14] incide na extração de defeitos a partir de imagens de superfícies através de aprendizagem automática de forma a possibilitar a distinção entre tipos de defeitos. Foi desenvolvido um sistema de inspeção visual automatizado para aquisição de imagens em tempo real numa fábrica de produção aço para detetar a localização de defeitos. Os autores concluem que o método utilizado é mais adequado à inspeção de aço do que a utilização de modelos baseados em segmentações tradicionais. Os autores referem ainda que os métodos utilizados têm uma limitação pois, ao inspecionar em tempo real a alta velocidade (5 m/s), o desempenho diminui.

Atualmente, as redes neuronais desempenham um papel importante na inspeção de metais, tendo revolucionado a forma como se detetam defeitos e garantem a qualidade dos produtos na indústria. Estes algoritmos sofisticados, inspirados no cérebro humano, analisam enormes conjuntos de dados de imagens de superfícies metálicas, raios-X ou leituras de sensores eletromagnéticos. Ao aprender com padrões e anormalidades nos dados, as redes neuronais podem identificar imperfeições como fissuras, amolgadelas ou irregularidades em tempo real, com uma precisão e velocidade elevadas. Esta tecnologia não só aumenta a fiabilidade dos produtos, mas também minimiza o risco de falhas graves em aplicações críticas, tornando-se numa ferramenta importante no domínio da inspeção de metais.

Em [15] é proposta uma técnica de extração de características em várias camadas

com base em redes neuronais convolucionais (CNN), utilizadas em pequenos conjuntos de dados. A flexibilidade do método proposto permite a utilização de qualquer rede neuronal para a extração de características. Além disso, introduz um mecanismo de votação por maioria (MVM) para resolver problemas de ajuste excessivo que surgem frequentemente com pequenos conjuntos de dados. Este MVM funde características de várias camadas utilizando classificadores lineares (máquinas de vetores de suporte). Em comparação com outras redes neuronais convolucionais com camadas pré-escolhidas, este método apresenta um desempenho muito positivo quando aplicado a dados desafiantes e em conjuntos de dados com diferentes texturas. Em [16], é proposta a utilização de uma abordagem de aprendizagem automática e a criação de um modelo de rede neuronal artificial baseado na estrutura YOLO para a detecção de defeitos superficiais em juntas soldadas. O conjunto de dados é constituído por imagens de soldaduras captadas por um laser de um sistema de visão. Com esta base, foi construído um modelo de rede neuronal artificial para analisar a relação e prever a presença de defeitos nas imagens. As principais métricas do modelo atingiram uma exatidão de 95%, uma precisão de 86% e uma recuperação de 92% com um nível de confiança de 40%, no conjunto de dados de teste. Os autores referem que a exatidão e a cobertura do sistema proposto estão a um nível elevado e não requerem grandes investimentos para a sua implementação.

2.4 - Inspeção de Latas de Metal

Nesta secção, após uma visão global das várias técnicas utilizadas para inspecionar superfícies metálicas, o foco é direccionado para a inspeção de latas metálicas.

Em [17], os autores propõem uma solução baseada em visão artificial para a

deteção de defeitos na superfície de tampas de latas. O sistema é composto por um transportador, uma câmara e uma fonte de luz para realçar os defeitos apresentados nas peças industriais. O processo de extração dos defeitos é realizado em 3 passos sequenciais: primeiro, é calculada uma região de interesse através da deteção de círculos, de seguida um mapa de relevo e filtros de textura são utilizados para destacar os possíveis defeitos e, finalmente, estes são extraídos com filtros de tamanho e área. Na Figura 1 estão representados os passos explicitados anteriormente. Os resultados obtidos mostram que a precisão é próxima de 98% e o tempo de execução é de 65,7 milissegundos. Os autores destacam que o método proposto pode inspecionar defeitos finos e de baixo contraste com alta precisão mesmo a alta velocidade.

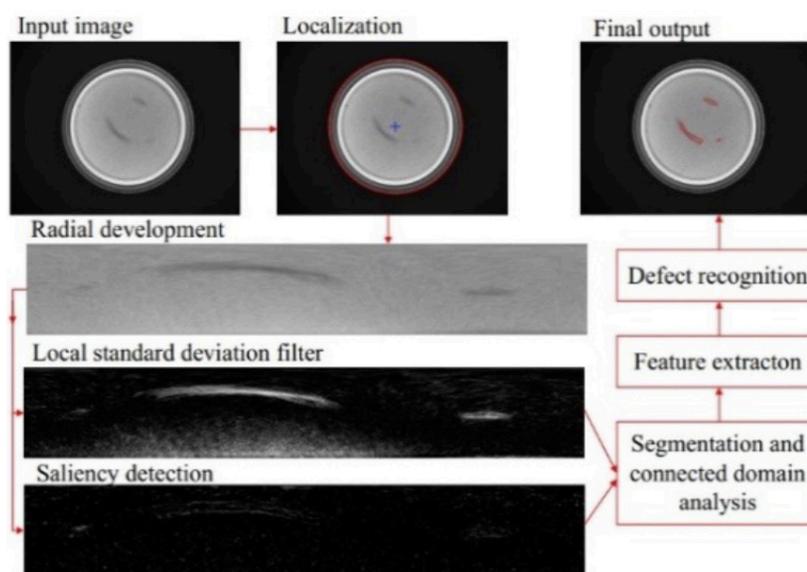


Figura 1 - Algoritmo utilizado para inspeção de tampas de latas metálicas [17]

Na indústria alimentar, a fratura de latas metálicas durante a produção é uma falha significativa. Este incidente pode conduzir a vários problemas, incluindo o mau funcionamento do mecanismo de abertura fácil, a fuga de alimentos ou contaminação. Por conseguinte, é imperativo implementar um procedimento de inspeção destinado a remover este tipo de anomalias da linha de produção. No entanto, as características únicas da sua localização e do defeito de rutura tornam difícil a utilização de equipamento de inspeção simples para uma avaliação abrangente de todas as latas em tempo real.

Em [18], é apresentado um método para identificar defeitos de fratura em extremidades de latas através de visão artificial. A abordagem proposta envolve várias etapas importantes, incluindo a deteção da zona a inspecionar através da segmentação *Otsu*, a aplicação de filtros morfológicos e a análise dos componentes ligados. De forma a verificar a conformidade da amostra em questão, foi utilizado um classificador de distância mínima baseado em características de circularidade e área. A Figura 2 mostra a definição da região de interesse (esquerda), o histograma da distribuição da intensidade e a imagem segmentada (direita). Em termos de *hardware*,

este sistema é semelhante ao de [17], contudo, utiliza métodos diferentes para extrair os defeitos do metal. Os resultados mostram que a precisão máxima alcançada é de 98,13%.

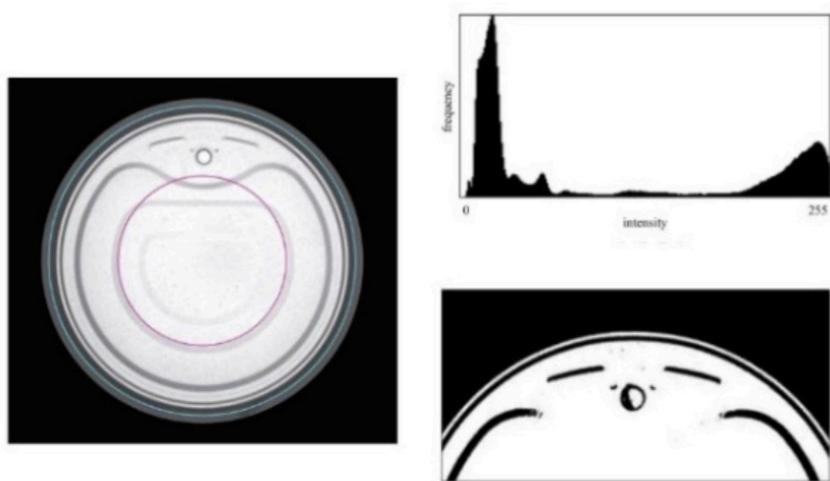


Figura 2 - Etapas da segmentação das latas metálicas [18]

Em [19], é mencionado que, de acordo com as diretrizes da *Association of Food and Drug Officials (AFDO)*, os defeitos nos alimentos enlatados são classificados em três classes com base na extensão dos danos no corpo da lata. Estas classes são as seguintes: Classe 1 - Defeito crítico; Classe 2 - Defeito grave e; Classe 3 - Defeito menor. Os investigadores propõem utilizar o algoritmo *YOLOv4* para classificar automaticamente estes defeitos de acordo com as normas *AFDO* através de uma configuração multi-câmara ligada a um *Raspberry Pi 4*. Nesta instalação, as imagens da lata serão captadas a partir de três ângulos diferentes: vista lateral esquerda, vista superior e vista lateral direita. Estas imagens são depois introduzidas no modelo de classificação de defeitos, que calcula que tipo de classe está presente em cada imagem (Figura 3). O sistema teve um desempenho satisfatório, alcançando uma taxa de precisão global de 93%.



Figura 3 - Defeito crítico detetado pelo algoritmo de [19]

Em suma, foram analisadas três soluções de inspeção de latas metálicas que utilizam diferentes técnicas de deteção de defeitos: filtros de textura/mapa de saliência, filtro *Otsu*/morfológicos e redes neuronais (*YOLOv4*).

Em todas estas, os resultados foram positivos com uma exatidão superior a 90%, o que prova que dependendo da superfície a ser inspecionada, existem várias abordagens válidas para a inspeção da qualidade do metal.

3 – Normas e Regulamentos

Esta secção identifica as normas e regulamentação para embalagens metálicas de aerossóis (latas) de acordo com as diretivas europeias e internacionais. No sector industrial, é da responsabilidade do fabricante identificar e cumprir os requisitos legais e regulamentares relevantes, bem como outras exigências dos clientes.

Os seguintes documentos foram considerados relevantes para as latas de aerossol (lista não exaustiva de normas):

- EN ISO 90-2:1999 - Contentores metálicos leves - Definições e determinação das dimensões e capacidades - Parte 2: Contentores de uso geral (ISO 90-2:1997)
- EN ISO 90-3:2001 Contentores metálicos leves - Definições e determinação das dimensões e capacidades - Parte 3: Latas de aerossóis (ISO 90-3:2000)
- EN ISO 11683: 1997 - Embalagens - Avisos tácteis de perigo - Requisitos (ISO 11683:1997)
- EN 13025-1:2005 - Embalagens - Contentores metálicos de calibre leve - Parte 1: Volumes nominais de enchimento para recipientes metálicos redondos, cilíndricos e cónicos de uso geral até 40 000 ml
- EN 13029:2009 - Embalagens - Embalagens metálicas leves - Aberturas para fechos de plástico de encaixe
- EN 14847:2005 - Embalagens de aerossóis - Embalagens metálicas - Dimensões do orifício de 25,4 mm

- EN 14850:2005 - Embalagens de aerossóis - Recipientes metálicos com abertura de 25,4 mm - Medição da altura de contacto
- EN 15007:2017 - Embalagens de aerossóis - Embalagens de metálicas - Dimensões das latas de duas e três peças
- EN 10202: 2022 - Produtos estanhados a frio - Chapa de estanho eletrolítico e aço revestido de crómio/óxido de crómio eletrolítico
- BS 1262: 2002 - Embalagens metálicas. Recipientes metálicos redondos com tampa de alavanca para revestimentos de superfície. Especificação
- FEA* 100 Normalização - Termos básicos, princípios, procedimento e disposição
- FEA* 216 Recipientes metálicos para aerossóis - Dimensões das superfícies de apoio das pinças de fecho
- FEA* 222 Recipientes metálicos para aerossóis - Diretrizes para obter condições ótimas para recipientes com abertura de 25,4 mm
- FEA - Federação Europeia de Aerossóis, as normas mais importantes do sector foram convertidas em normas EN ou incluídas na legislação da União Europeia.

No que diz respeito à regulamentação (a nível nacional** e europeu), é apresentada de seguida uma lista não exaustiva:

- DIRECTIVA DO CONSELHO de 20 de Maio de 1975 relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes às embalagens aerossóis
 - DIRECTIVA 94/1 /CE DA COMISSÃO de 6 de Janeiro de 1994 respeitante à adaptação técnica da Directiva 75/324/CEE do Conselho
- relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros respeitantes às embalagens aerossóis
- **Decreto-Lei n.º 61/2010 de 9 de Junho, Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2008/47/CE, da Comissão, de 8 de Abril, que altera, para fins de adaptação ao progresso técnico, a Diretiva n.º 75/324/CEE, do Conselho, de 20 de Maio, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros respeitantes às embalagens aerossóis
 - DIRETIVA 2013/10/UE DA COMISSÃO de 19 de março de 2013 que altera a Diretiva 75/324/CEE do Conselho relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às embalagens aerossóis, a fim de adaptar as suas disposições de rotulagem ao Regulamento (CE) n.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas
 - **Decreto-Lei n.º 62/2014 de 24 de abril - Transpõe a Diretiva n.º 2013/10/UE, da Comissão, de 19 de março de 2013, que altera a Diretiva n.º 75/324/CEE, do Conselho, de 20 de maio de 1975, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às embalagens aerossóis, a fim de adaptar as suas disposições de rotulagem ao Regulamento (CE) n.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2008, relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, procedendo à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 61/2010, de 9 de junho.
 - DIRETIVA (UE) 2016/2037 DA COMISSÃO de 21 de novembro de 2016 que altera a Diretiva 75/324/CEE do Conselho no que diz respeito à pressão máxima admissível das embalagens aerossóis e a fim de adaptar as suas disposições de rotulagem ao Regulamento (CE) n.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas
 - DIRECTIVA 94/62/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 20 de Dezembro de 1994 relativa a embalagens e resíduos de embalagens
 - REGULAMENTO (CE) N.º 1935/2004 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 27 de Outubro de 2004, relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos e que revoga as Diretivas 80/590/CEE e 89/109/CEE
 - **Decreto-Lei n.º 175/2007 Estabelece as regras de execução, na ordem jurídica interna, do Regulamento (CE) n.º 1935/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Outubro, relativo aos materiais e objetos destinados a entrar em contacto com os alimentos, e revoga o Decreto-Lei n.º 193/88, de 30 de Maio.

** Lei portuguesa

4 – COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE INSPEÇÃO

4.1 – Técnicas de Inspeção

O controlo da qualidade no sector industrial evoluiu ao longo dos anos, da inspeção visual realizada por operadores, nas linhas de produção, para sistemas automatizados de controlo da qualidade. No setor metalúrgico, são utilizados ultrassons e inspeções visuais (manuais ou automáticas) para detetar produtos não conformes.

A análise do sinal de resposta de ultrassons incidentes em superfícies metálicas oferece várias vantagens. Em primeiro lugar, é um método de ensaio não destrutivo, o que significa que pode detetar características externas e internas sem causar danos, o que o torna particularmente valioso para componentes críticos e materiais dispendiosos. Em segundo lugar, fornece dados com definição suficiente para permitirem a localização com elevado grau de certeza e a caracterização de defeitos como fissuras e falhas. É também relativamente rápida, garantindo um controlo da qualidade e práticas de intervenção eficientes, o que permite, em última análise, melhorar a segurança e a fiabilidade dos componentes metálicos. No entanto, esta apresenta algumas limitações tais como: custo do equipamento; superfícies inadequadas; restrições ao nível do tipo de materiais (homogéneos), assim como, gama de espessuras e profundidade de penetração.

Os fatores acima referidos provam que esta técnica não tem a flexibilidade necessária para se adaptar a diferentes situações geradas pelas propriedades e geometria dos materiais.

A inspeção visual automática é um método de ensaio não destrutivo e versátil que utiliza a luz visível e, ocasionalmente, outras partes do espectro eletromagnético, como os infravermelhos ou os ultravioletas, para avaliar a qualidade, as dimensões e a integridade de objetos ou materiais. Envolve a utilização de vários sistemas óticos, incluindo câmaras, sensores e tecnologia avançada de processamento de imagem, para captar e analisar meticulosamente imagens do objeto a ser inspecionado. A inspeção ótica tem tido aplicação generalizada no controlo da qualidade numa variedade de indústrias e processos, incluindo manufatura, eletrónica, farmacêutica, automóvel e aeroespacial, entre outras.

A inspeção ótica é conhecida pela sua elevada velocidade e precisão, tornando-a uma ferramenta valiosa para automatizar as técnicas e métodos de inspeção visual e garantir a consistência do produto. A versatilidade e a flexibilidade da tecnologia permitem a sua utilização numa vasta gama de aplicações. Este tipo de inspeção pode ser utilizado para tarefas como a deteção de defeitos, avaliação da qualidade de superfícies, medição dimensional, verificações de alinhamento e até mesmo o reconhecimento ótico de caracteres (OCR) para leitura de texto em etiquetas ou componentes. Além disso, a sua capacidade de realizar inspeções com grande rapidez e precisão torna-o particularmente adequado para ambientes de produção de grande volume, onde pode identificar até os mais pequenos defeitos ou desvios das especificações.

4.2 – Técnicas Aplicadas Sistemas de Visão

No que diz respeito à inspeção visual automática, existem várias técnicas que podem ser utilizadas para inspecionar superfícies metálicas (deteção de defeitos e controlo dimensional) e, dependendo dos casos de uso, cada técnica oferece vantagens e desvantagens. Em [20], são apresentados vários exemplos de deteção de defeitos com recurso à visão artificial. Nesta secção irão ser apresentadas várias técnicas: segmentação; extração de características; inspeção 3D e redes neuronais.

A segmentação envolve a aplicação de algoritmos básicos de processamento de imagem, tais como operações morfológicas, filtros e segmentações. Quando aplicadas à inspeção de metais, estas técnicas permitem a identificação das dimensões do metal e o realce dos defeitos, mas não a sua classificação. Os algoritmos baseados em segmentação binária são simples, computacionalmente eficientes e adequados para a segmentação binária. No entanto, são sensíveis ao ruído e às variações das condições de iluminação. Os algoritmos morfológicos são eficazes para eliminar pequenos objetos ou ruído numa imagem, assim como para reduzir ou afinar os seus limites. No entanto, se forem utilizados em excesso, podem resultar em erosão ou fusão de elementos. A segmentação também pode ser utilizada depois da imagem ter sido filtrada. Vários filtros podem ser utilizados para otimizar o processo de segmentação, sendo a redução de ruído e o realce de características especialmente influentes.

A extração de características na visão artificial é um processo essencial que envolve a identificação e a extração de propriedades ou atributos específicos de superfícies ou objetos metálicos. Estas características extraídas servem de base para a análise subsequente, permitindo a deteção de defeitos, a avaliação da qua-

lidade e a classificação de componentes metálicos. As propriedades mais comuns incluem arestas, texturas, irregularidades da superfície e aspectos geométricos. Esta técnica melhora a precisão da inspeção e o controlo da qualidade. Permite uma avaliação automatizada e consistente dos componentes metálicos, o que elimina a falha humana e permite acelerar os processos de fabrico. É possível monitorizar e obter resultados em tempo real, o que permite a tomada de medidas imediatas quando são detetadas anomalias. No entanto, a implementação de algoritmos de extração de características pode ser tecnicamente complexa e sensível à variabilidade ambiental.

A inspeção 3D de metais pode ser utilizada como um procedimento de controlo da qualidade [21-23]. As tecnologias avançadas de varrimento e imagem 3D permitem uma análise abrangente e pormenorizada dos componentes metálicos, que capta não só as características da superfície, mas também a estrutura tridimensional. Uma das principais vantagens da inspeção 3D de metais é a sua capacidade de detetar até desvios subtis, imperfeições superficiais e variações dimensionais que podem ser indetetáveis pelos métodos 2D tradicionais. No entanto, a implementação de sistemas de inspeção 3D pode ser complexa, dispendiosa e lenta, sendo necessário equipamento especializado e conhecimentos específicos. Alguns benefícios deste tipo de inspeção são: maior precisão e abrangência; a redução do desperdício e; garantia da integridade/qualidade dos produtos metálicos.

As redes neuronais revolucionaram o âmbito da inspeção de metais, proporcionando uma ferramenta poderosa e flexível para o controlo automático da qualidade e a deteção de defeitos [24-26]. Quando aplicadas à inspeção de metais, as redes neuronais podem identificar anomalias, defeitos ou irregularidades em tempo real, per-

mitindo uma avaliação rápida e precisa da qualidade. As redes neuronais convolucionais (CNN) revelaram-se particularmente eficazes para tarefas baseadas em imagens, como a deteção de falhas, fissuras ou inclusões em superfícies metálicas. No entanto, a utilização bem-sucedida de redes neuronais na inspeção de metais depende do acesso a dados de treino amplos e rotulados bem como do desenvolvimento de modelos robustos. Embora a tecnologia ofereça uma precisão e eficiência notáveis, também requer uma calibração cuidadosa para minimizar os falsos positivos ou negativos.

Em suma, existem várias técnicas de inspeção de superfícies metálicas, cada uma com as suas vantagens e desvantagens (dependendo da aplicação específica). Se o objetivo principal for o controlo dimensional, a utilização de redes neuronais pode não ser necessária, uma vez que o foco da inspeção da qualidade é a localização de objetos e a deteção de defeitos. Em vez disso, devem ser consideradas técnicas como a segmentação, a extração de características ou a inspeção 3D, cuja escolha depende dos requisitos específicos de precisão, exatidão, velocidade e custo. Por outro lado, na deteção de defeitos, podem ser utilizados todos os algoritmos.

Na classificação do tipo de defeito, as redes neuronais são a escolha mais adequada. A seleção da técnica mais eficaz deve ser orientada consoante o caso de uso específico, os resultados pretendidos e os critérios desejados.

5 – CONCLUSÃO

A inspeção de embalagens de metal é fundamental para garantir a qualidade e a segurança dos vários produtos enlatados que implica um controlo minucioso de cada lata para detetar qualquer tipo de defeito. Este processo de inspeção rigoroso ajuda a evitar a contaminação e a deterioração do conteúdo, o que é particularmente crítico para os produtos.

A avaliação da inspeção de latas metálicas apresentou resultados positivos, com taxas de sucesso consistentemente elevadas em três tecnologias de inspeção diferentes: redes neuronais, filtros de textura e algoritmos morfológicos. A solução da Introsys centra-se em duas funções-chave: deteção de defeitos e controlo dimensional. Estas inspeções são realizadas a alta velocidade (5 peças por segundo) e têm em conta uma vasta gama de características do produto, como a cor e a forma. Em comparação com as soluções analisadas, que se concentram apenas na deteção de defeitos, a solução da Introsys destaca-se pela sua adaptabilidade e versatilidade. No entanto, os defeitos detetados não são classificados em tempo real, uma capacidade que pode ser conseguida utilizando redes neuronais. A integração deste algoritmo inclui desafios adicionais devido aos recursos de processamento limitados e à velocidade da linha de produção, porém, se a capacidade de processamento necessária for alcançada, será possível integrar a classificação de defeitos em tempo real.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado pela União Europeia no âmbito do programa Next Generation EU, através do Plano de Recuperação e Resiliência da República Portuguesa (PRR), no âmbito do projeto PRODUTECH R3 -

“Agenda Mobilizadora da Fileira das Tecnologias de Produção para a Reindustrialização”, Investimento total do projeto: 166.988.013,71 Euros; Incentivo total: 97.111.730,27 Euros.

REFERÊNCIAS

- [1] Ren, Zhonghe and Fang, Fengzhou and Yan, Ning and Wu, You, State of the art in defect detection based on machine vision, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, pp. 661–691 2022.
- [2] Simas Filho, Eduardo F and Souza, Yure N and Lopes, Juliana LS and Farias, Cláudia TT and Albuquerque, Maria CS, Decision support system for ultrasound inspection of fiber metal laminates using statistical signal processing and neural networks, *Ultrasonics*, pp. 1104–1111 2013.
- [3] Park, Heesang and Choi, Manyong and Park, Jeounghak and Kim, Wontae, A study on detection of micro-cracks in the dissimilar metal weld through ultrasound infrared thermography, *Infrared Physics & Technology*, pp. 124–131 2014.
- [4] Everton, Sarah and Dickens, Phill and Tuck, Chris and Dutton, Ben, Using laser ultrasound to detect subsurface defects in metal laser powder bed fusion components, *Jom*, pp. 378–383 2018.
- [5] Mery, Domingo and Saavedra, Daniel and Prasad, Mukesh, X-ray baggage inspection with computer vision: A survey, *IEEE Access*, pp. 145620–145633 2020.
- [6] Forien, Jean-Baptiste and Calta, Nicholas P and DePond, Philip J and Guss, Gabe M and Roehling, Tien T and Matthews, Manyalibo J, Detecting keyhole pore defects and monitoring process signatures during laser powder bed fusion: A correlation between in situ pyrometry and ex situ X-ray radiography, *Additive Manufacturing*, pp. 101336 2020.
- [7] Keist, CN, Quality control and quality assurance in the apparel industry, *Garment Manufacturing Technology*, pp. 405–426. 2015
- [8] Robert, Isabelle S and Remael, Aline, Quality control in the subtitling industry: an exploratory survey study, *Meta*, pp. 578–605 2016
- [9] Foidl, Harald and Felderer, Michael, “Research challenges of industry 4.0 for quality management,” *Innovations in Enterprise Information Systems Management and Engineering: 4th International Conference, ERP Future 2015-Research*, Munich, Germany, November 16-17, 2015, Revised Papers 4, pp. 121–137
- [10] Yun, Jong Pil and Shin, Woosang Crino and Koo, Gyogwon and Kim, Min Su and Lee, Chungki and Lee, Sang Jun, Automated defect inspection system for metal surfaces based on deep learning and data augmentation, *Journal of Manufacturing Systems*, pp. 317–324 2020.
- [11] Simas Filho, Eduardo F and Souza, Yure N and Lopes, Juliana LS and Farias, Cláudia TT and Albuquerque, Maria CS, Decision support system for ultrasound inspection of fiber metal laminates using statistical signal processing and neural networks, *Ultrasonics*, pp. 1104–1111 2013

- [12] Neogi, Nirbhar and Mohanta, Dushmantha K and Dutta, Pranab K, Review of vision-based steel surface inspection systems, *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, pp. 1–19, 2014
- [13] Do, Yongtae and Lee, Sangok and Kim, Yoonsu, Vision-based surface defect inspection of metal balls, *Measurement Science and Technology*, 2011
- [14] Ghorai, Santanu and Mukherjee, Anirban and Gangadaran, M and Dutta, Pranab K, Automatic defect detection on hot-rolled flat steel products, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 62, pp. 612–621, 2012.
- [15] Natarajan, Vidhya and Hung, Tzu-Yi and Vaikundam, Sriram and Chia, Liang-Tien, Convolutional networks for voting-based anomaly classification in metal surface inspection, *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, pp. 986–991, 2017
- [16] Cherkasov, Nikita and Ivanov, Mikhail and Ulanov, Weld Surface Defect Detection Based on a Laser Scanning System and YOLOv5, *International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, pp. 851–855, 2023
- [17] Zhou, Xianen and Wang, Yaonan and Zhu, Qing and Liu, Xuebing and Xiao, Zeyi and Xiao, Changyan and Chen, Tiejian, Machine vision based automatic apparatus and method for surface defect detection, *13th World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)*, pp. 1697–1702, 2018
- [18] ZStivanello, Maurício Edgar and Marcellino, Kleber Juan, A machine vision system for online metal can-end rivet inspection, *Journal of Physics: Conference Series*, 2019
- [19] Asenci, Aljohn G and Bulawan, Joshua Emmanuel DC and Padilla, Dionis A, Canned Food Surface Defect Classification Using YOLOv4, *5th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, pp. 717–722 2022
- [20] Ren, Zhonghe and Fang, Fengzhou and Yan, Ning and Wu, You, State of the art in defect detection based on machine vision, *Meta*, pp. 661–691 2022
- [21] Lin, Xiaobin and Wang, Jianxing and Zhou, Yingwu and Lin, Chen, A rapid 3d vision inspection system for sheet metal parts based on feature extraction and partial point clouds, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018
- [22] Vandone, Ambra and Baraldo, Stefano and Anastassiou, Demetris and Marchetti, Andrea and Valente, Anna, 3D vision system integration on Additive Manufacturing machine for in-line part inspection, *Procedia CIRP*, pp. 72–77, 2020
- [23] Kowal, Janusz and Sioma, Andrzej, 3D vision system integration on Additive Manufacturing machine for in-line part inspection, *Proceedings of the 13th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, pp. 382–387, 2012
- [24] Passos, Adriano G and Cousseau, Tiago and Luersen, Marco A, Smart Deep Convolutional Neural Network for Real-Time Surface Inspection, *Computer Systems Science & Engineering*, 41, 2022
- [25] Singh, Laxman and Alam, Altaf and Kumar, K Vijay and Kumar, Devendra and Kumar, Parvendra and Jaffery, Zainul Abidin, SDesign of thermal imaging-based health condition monitoring and early fault detection technique for porcelain insulators using Machine learning, *Environmental Technology & Innovation*, 24, 2021
- [26] Tulbure, Andrei-Alexandru and Tulbure, Adrian-Alexandru and Dulf, Eva-Henrietta, A review on modern defect detection models using DCNNs–Deep convolutional neural networks, *Journal of Advanced Research*, pp. 33–48, 2022



<Certif> <HAR>



Solar Keymark



Obrigado pela Confiança

CREDIBILIDADE - IMPARCIALIDADE - RIGOR
reconhecidos na certificação de **produtos e serviços** e de **sistemas de gestão**

Membro de vários Acordos de Reconhecimento Mútuo

Presente em 25 países



Acreditada pelo IPAC como organismo de certificação de produtos (incluindo Regulamento dos Produtos de Construção), serviços e sistemas de gestão



Formação e Qualificação

CENFIM - Plano de Formação - fevereiro, março e abril de 2024

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	FORMAÇÃO CONTÍNUA	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Administrativo, Com. e Marketing	55711	Inglês Técnico Aplicado à Metalurgia e Metalomecânica	Q2RG0231	Apr/24	100	400 €	Amarante
Construções Metálicas	5707	Soldadura MAG/FF - topo a topo em chapa nas posições PA, PG e PF	Q2RD0354a	Apr/24	50	225 €	
Form. / Educação	55701	CENFIM Empreende	P2SH0071a	Feb/24	50	180 €	
Projeto / Desenho	55715	Desenho técnico - cotagem e toleranciamento de peças e ferramentas	Q2RA0396	Mar/24	50	200 €	
Qualidade e Ambiente	55712	Qualidade e organização da produção	Q2RF0283	Mar/24	25	75 €	
Const. Metálicas	59618	Soldadura MAG/FF - ângulo em chapa nas posições PA, PB, PF e PG	Q2RD0299a	Apr/24	50	225 €	Arcos de Valdevez
Const. Metálicas	69213	Soldadura TIG - ângulo em chapa nas posições PA, PB, PC e PF	Q2RD0467	Feb/24	50	225 €	Caldas da Rainha
	69214	Soldadura MAG/FF - ângulo em chapa nas posições PA, PB, PF e PG	Q2RD0299a	Apr/24	50	225 €	
Eletricidade / Eletrónica	69169	Técnico/a de Instalações Eléctricas - Ciclo IV	Q2RK0327	Apr/24	275	1100 €	Ermesinde
	69217	Formação habilitante de instalador ITED	Q2RK0330	Apr/24	100	400 €	
Constr. Mecânicas	57782	Q TMP (CNC) - Ciclo C9 - Planeamento da produção	Q2RC0486	Feb/24	100	400 €	Ermesinde
	57607	Programação e operação com máquinas-ferramenta CNC	Q2RC0342a	Mar/24	50	150 €	
	57609	CAM 3D - maquinação assistida por computador - fundamentos	Q2RC0288b	Mar/24	50	200 €	
Eletricidade / Eletrónica	57615	Robótica	Q2RK0302	Feb/24	25	100 €	Ermesinde
	57776	Técnico/a de Instalações Eléctricas - Ciclo II	Q2RK0299	Apr/24	300	1200 €	
	57612	Eletricidade geral	Q2RK0159b	Apr/24	50	150 €	
	57616	Robótica - aplicações	Q2RK0365	Apr/24	25	100 €	
Manut.Industrial	57779	Q TMI (MM) - Ciclo E2 - Tecnologia mecânica	Q2RE0309	Mar/24	275	1100 €	Ermesinde
Projeto / Desenho	57605	CAD - modelação tridimensional	Q2RA0219b	Mar/24	50	200 €	Ermesinde
	57614	Desenho técnico - leitura e interpretação	Q2RA0220b	Mar/24	50	150 €	
	57611	Modelação e impressão 3D	Q2RA0391	Apr/24	25	100 €	

NOTA: Reserva-se ao CENFIM o direito de antecipar ou adiar as ações de formação de acordo com os requisitos vigentes para a respetiva execução

* O valor destas ações têm desconto de 50% para as Empresas Associadas da ANEME e AIMMAP

* O valor destas ações têm desconto de 30% para as Associações Locais Protocoladas com o CENFIM

* O valor destas ações têm desconto de 10% para Empresas com protocolo de estágio (PCT) com o CENFIM

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	FORMAÇÃO CONTÍNUA	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Soldadura	57785	Técnico/a de Soldadura - Ciclo 1	Q2RM0051	Feb/24	175	788 €	
	57786	Técnico/a de Soldadura - Ciclo 2	Q2RM0052	Apr/24	200	900 €	
	57790	Técnico/a de Soldadura - Ciclo 6	Q2RM0056	Apr/24	225	1 013 €	
Const. Mecânicas	62718	Técnico de maquinaria e programação CNC - Ciclo 4 - LAUAK	Q2RC0545	Feb/24	300	1 200 €	Grândola
Admin. Comercial e Marketing	63107	Gestão do stress do profissional	Q2RG0163	Mar/24	25	75 €	Lisboa
	63108	Direito do trabalho	Q2RG0216	Apr/24	25	100 €	
	63109	Língua inglesa - atendimento	Q2RG0230	Apr/24	50	200 €	
Competências Digitais	63110	Folha de cálculo	Q2RI0063a	Apr/24	50	150 €	
Const. Mecânicas	63131	Maquinção convencional	Q2RC0578	Feb/24	25	100 €	
	63104	Maquinção convencional - Torneamento e Fresagem	Q2RC0436	Mar/24	100	300 €	
	63102	Maquinção assistida - CAM 2D e 3D	Q2RC0437	Mar/24	100	400 €	
Const. Metálicas	63105	Soldadura TIG - ângulo em chapa nas posições PA, PB, PC e PF	Q2RD0467	Mar/24	50	225 €	
Projeto / Desenho	63101	Desenho assistido por computador 2D e 3D	Q2RA0317	Feb/24	100	300 €	
Qualidade e Ambiente	63106	Ambiente, segurança, higiene e saúde no trabalho - conceitos básicos	Q2RF0123e	Feb/24	25	75 €	
Const. Mecânicas	64973	Programação de fresadoras CNC (OIF) - b-learning	P2WC0546a	Feb/24	50	200 €	Marinha Grande
	64974	Operação e maquinaria com fresadoras CNC (OIF) - HEIDENHAIN	T2WC0445d	Feb/24	50	280 €	
	64958	Ciclo Projeto e Design para Impressão 3D	Q2RC0633	Feb/24	125	375 €	
	64976	Operação e maquinaria com fresadoras CNC (OIF) - Fanuc	T2WC0447d	Mar/24	50	280 €	
	64961	Ciclo de Introdução ao CAD e Modelação 3D	Q2RC0631	Mar/24	150	450 €	
	64975	Operação e maquinaria com fresadoras CNC (OIF) - HAAS	T2WC0446d	Apr/24	50	280 €	
Const. Metálicas	64981	Soldadura TIG - ângulo em chapa nas posições PA, PB, PC e PF	Q2RD0467	Mar/24	50	225 €	
	64984	Soldadura MAG/FF - topo a topo em chapa nas posições PA, PG e PF	Q2RD0354a	Apr/24	50	225 €	
Projeto / Desenho	64963	Ciclo Projeto de Moldes	Q2RA0428	Mar/24	250	750 €	
Admin. Comercial e Marketing	56120	Língua Alemã - comunicação administrativa	Q2RG0110a	Feb/24	50	200 €	Oliveira de Azeméis
	56115	Língua inglesa - relações laborais - iniciação	Q2RG0129	Apr/24	50	200 €	
Compet. Digitais	56108	Impressão 3D - Indústria dos moldes de Injeção de Plástico	T2SI0089a	Mar/24	25	189 €	

NOTA: Reserva-se ao CENFIM o direito de antecipar ou adiar as ações de formação de acordo com os requisitos vigentes para a respetiva execução

* O valor destas ações têm desconto de 50% para as Empresas Associadas da ANEME e AIMMAP

* O valor destas ações têm desconto de 30% para as Associações Locais Protocoladas com o CENFIM

* O valor destas ações têm desconto de 10% para Empresas com protocolo de estágio (PCT) com o CENFIM

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	FORMAÇÃO CONTÍNUA	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO	
Const. Mecânicas	56105	Introdução e Programação em Fresadoras CNC	Q2RC0426	Feb/24	75	225 €		
	56139	Ciclo Projeto e Design para Impressão 3D	Q2RC0633	Feb/24	125	375 €		
	56145	Técnico de Maquinação e Programação CNC - Ciclo 1	Q2RC0571a	Mar/24	300	1 200 €		
	56103	Formação CNC/CAM em 5 eixos	Q2RC0427	Mar/24	150	600 €		
	56129	Fresagem - tecnologia e operações	Q2RC0538	Apr/24	50	150 €		
Const. Metálicas	56133	Soldadura TIG – ângulo em chapa nas posições PA, PB, PC e PF	Q2RDO467	Apr/24	50	225 €		
Eletricidade / Eletrónica	56101	Formação complementar aos cursos CET - OAZ	Q2RK0338	Apr/24	100	400 €		
Formação / Educação	56127	Comunicação interpessoal e assertividade	Q2RH0092	Feb/24	25	75 €		
Manut. Industrial	56144	Técnico/a de Manutenção Industrial - Ciclo 1	Q2RE0476	Feb/24	300			
	56135	Pneumática e Hidráulica - iniciação	Q2RE0351	Feb/24	25	100 €		
	56136	Automatismos industriais-pneumática	Q2RE0139b	Apr/24	25	75 €		
Projeto / Desenho	56107	Modelação e impressão 3D	Q2RA0391	Feb/24	25	100 €		
	56142	Q TDE (CM) - Ciclo A1 - Introdução ao desenho técnico	Q2RA0328a	Mar/24	300	1 200 €		
	56111	Desenho técnico - leitura e interpretação	Q2RA0220b	Apr/24	50	150 €		
	56109	Modelação em CAD 3D	T2SA0337a	Apr/24	50	180 €		
Qualid. e Ambiente	56123	Primeiros socorros	Q2RF0191a	Feb/24	25	75 €		
Comp. Digitais	67123	Folha de cálculo	Q2RI0063a	Mar/24	50	150 €		Peniche
Projeto / Desenho	67122	Ciclo de Desenho Industrial/CAD	Q2RA0332	Apr/24	100	400 €		
Constr. Metálicas	54816	Soldadura Multiprocessos	Q2RD0320a	Mar/24	200	900 €		Porto
Energia	54819	Supervisão e inspeção das infraestruturas de gás - atualização	Q2RJ0189	Feb/24	25	113 €		
	54801	Aparelhos a gás - instalação, manutenção, reconversão e reparação – atualização	Q2RJ0194	Mar/24	25	113 €		
	54860	Termodinâmica aplicada - comportamento dos gases face às variáveis termodinâmicas	Q2RJ0087b	Mar/24	25	100 €		
	54811	Manuseamento de gases fluorados em equipamentos de refrigeração - Preparação para exame	T2SJO123b	Mar/24	52	300 €		
	54806	Infraestruturas de gás - construção, instalação e manutenção - atualização	Q2RJ0188	Mar/24	25	113 €		
	54808	Instalador de aparelhos a gás	Q2RJ0187	Mar/24	100	450 €		
	54810	Instalador de instalações de gás e de redes e ramais de distribuição de gás	Q2RJ0185	Apr/24	125	563 €		
Form. / Educação	54822	CENFIM Empreende	P2SH0071a	Feb/24	50	180 €		
	54823	CENFIM Empreende	P2SH0071a	Mar/24	50	180 €		
	54863	Empreendedorismo no Setor Primário	Q2RH0064a	Mar/24	175	700 €		

NOTA: Reserva-se ao CENFIM o direito de antecipar ou adiar as ações de formação de acordo com os requisitos vigentes para a respetiva execução

* O valor destas ações têm desconto de 50% para as Empresas Associadas da ANEME e AIMMAP

* O valor destas ações têm desconto de 30% para as Associações Locais Protocoladas com o CENFIM

* O valor destas ações têm desconto de 10% para Empresas com protocolo de estágio (PCT) com o CENFIM

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	FORMAÇÃO CONTÍNUA	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO	
Administ.Comercial e Marketing	65078	Gestão do tempo	Q2RG0047b	Feb/24	25	100 €	Santarém	
Compet. Digitais	65082	Folha de cálculo - funcionalidades avançadas	Q2RI0035b	Feb/24	25	75 €		
Const. Mecânicas	65096	Introdução à Programação CNC	Q2RC0488	Feb/24	25	75 €		
Eletricidade / Eletrónica	65093	Eletricidade e instalações elétricas	Q2RK0366	Feb/24	225	675 €		
	65092	Circuitos eletromecânicos	Q2RK0167a	Mar/24	50	150 €		
Manut. Industrial	65087	Pneumática	Q2RE0226a	Feb/24	25	75 €		
	65088	Hidráulica - instalação e manutenção	Q2RE0360	Mar/24	25	75 €		
Organização e Gestão Industrial	65080	Liderança, gestão e motivação de equipas	Q2RB0160	Apr/24	25	150 €		
Projeto / Desenho	65091	Impressão 3D	Q2RA0343	Mar/24	25	100 €		
Qualidade e Ambiente	65074	Primeiros socorros	Q2RF0191a	Feb/24	25	75 €		
	65076	Técnicas de Socorrismo - princípios básicos	Q2RF0277	Mar/24	25	75 €		
Soldadura	65102	Soldadura MAG/FF - topo a topo de tubagem por um só lado na posição H-L045.	Q2RM0004	Mar/24	50	225 €		
Competências Digitais	58611	Folha de cálculo - funcionalidades avançadas	Q2RI0035b	Mar/24	25	75 €		Trofa
Const. Mecânicas	58604	Metrologia dimensional	Q2RC0290a	Feb/24	25	75 €		
	58606	CAM 3D - maquinação assistida por computador - desenvolvimento	Q2RC0314a	Feb/24	50	200 €		
	58607	Torneamento CNC - Introdução e programação	Q2RC0418	Feb/24	50	150 €		
	58605	Fresagem CNC - Introdução e programação	Q2RC0312a	Feb/24	75	225 €		
	58455	Formação complementar de Aeronáutica 4 - AIRBUS	Q2RC0615	Feb/24	100			
	58402	Técnico de maquinação e Programação CNC - ciclo 2	Q2RC0572	Apr/24	300	1 200 €		
	58403	Técnico de maquinação e Programação CNC - ciclo 3	Q2RC0573	Apr/24	300	1 200 €		
	58404	Técnico de maquinação e Programação CNC - ciclo 4	Q2RC0574	Apr/24	300	1 200 €		
	58458	Formação complementar de Aeronáutica 4 - AIRBUS	Q2RC0615	Apr/24	100			
	58401	Técnico de Maquinação e Programação CNC - Ciclo 1	Q2RC0571a	Apr/24	300	1 200 €		
Const. Metálicas	58618	Soldadura SER - Ângulo e topo a topo em chapa	Q2RD0311a	Feb/24	100	450 €		
	58617	Soldadura TIG - Ângulo em chapa e topo a topo em tubagem	Q2RD0313a	Feb/24	100	450 €		
	58616	Soldadura MAG/FF - Ângulo e topo a topo em chapa	Q2RD0312a	Feb/24	100	450 €		
	58454	Montagem de estruturas aeronáuticas 2	Q2RD0492	Feb/24	300	1 200 €		
	58457	Montagem de estruturas aeronáuticas 2	Q2RD0492	Apr/24	300	1 200 €		
Eletricidade / Eletrónica	58609	Eletricidade geral	Q2RK0159b	Mar/24	50	150 €		

NOTA: Reserva-se ao CENFIM o direito de antecipar ou adiar as ações de formação de acordo com os requisitos vigentes para a respetiva execução

* O valor destas ações têm desconto de 50% para as Empresas Associadas da ANEME e AIMMAP

* O valor destas ações têm desconto de 30% para as Associações Locais Protocoladas com o CENFIM

* O valor destas ações têm desconto de 10% para Empresas com protocolo de estágio (PCT) com o CENFIM

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	FORMAÇÃO CONTÍNUA	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
	58610	Instrumentação	Q2RK0174a	Mar/24	25	100 €	Torres Vedras
Manut. Industrial	58614	Programação de Autómatos	Q2RE0291	Feb/24	75	300 €	
Projeto / Desenho	58600	CAD 2D - peças e conjuntos complexos	Q2RA0162b	Feb/24	50	150 €	
	58603	Desenho técnico - introdução à leitura e interpretação	Q2RA0316a	Feb/24	50	150 €	
	58601	Introdução à modelação 3D	Q2RA0192b	Feb/24	50	200 €	
Compet. Digitais	66706	Folha de cálculo	Q2RI0063a	Mar/24	50	150 €	
Eletricidade / Eletrónica	66705	Eletricista de Instalações I	Q2RK0292	Feb/24	200	600 €	
Soldadura	66707	Ciclo de Iniciação à soldadura	Q2RM0070	Apr/24	175	788 €	

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO DE ADULTOS - EFA	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Soldadura	55301	Soldador/a	Q10M0013	Oct/24	1210	Gratuito	Amarante
Soldadura	59049	Soldador/a	Q10M0013	Nov/24	1210	Gratuito	Arcos de Valdevez
Eletricidade / Eletrónica	69202	Técnico/a de Instalações Eléctricas	Q10K0213e	Nov/24	1468	Gratuito	Caldas da Rainha
Eletricidade / Eletrónica	63122	Técnico/a de Instalações Eléctricas	Q10K0213e	Jun/24	1468	Gratuito	Lisboa
Manut. Industrial	63121	Eletromecânica/a de Manutenção Industrial	Q10E0214e	Mar/24	1210	Gratuito	Marinha Grande
Constr. Mecânicas	64946	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q10C0323d	Oct/24	1468	Gratuito	
Projeto / Desenho	64947	Técnico/a de Desenho de Moldes	Q10A0239b	Oct/24	1500	Gratuito	
Soldadura	64972	Soldador/a	Q10M0013	Oct/24	1210	Gratuito	
	64987	Soldador/a	Q10M0013	Oct/24	1210	Gratuito	
Const. Mecânicas	56007	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q10C0323d	Apr/24	1468	Gratuito	Oliv. de Azeméis
Soldadura	56006	Soldador/a	Q10M0013	May/24	1210	Gratuito	Porto
Energia	54320	Técnico/a de Refrigeração e Climatização	Q10J0119c	Sep/24	1450	Gratuito	
Soldadura	54370	Soldador/a	Q10M0013	Feb/24	1210	Gratuito	Trofa
Constr. Mecânicas	58011	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q10C0323d	May/24	1468	Gratuito	
Const. Metálicas	58013	Soldador/a EWF/IIW - SER+MAG	Q10D0400a	Feb/24	1310	Gratuito	
Fabrico Assistido por Computador	58015	Operador/a de Máquinas - Ferramenta CNC	Q10R0018	Mar/24	1370	Gratuito	
Manut. Industrial	58010	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q10E0215d	Apr/24	1475	Gratuito	

NOTA: Reserva-se ao CENFIM o direito de antecipar ou adiar as ações de formação de acordo com os requisitos vigentes para a respetiva execução

* O valor destas ações têm desconto de 50% para as Empresas Associadas da ANEME e AIMMAP

* O valor destas ações têm desconto de 30% para as Associações Locais Protocoladas com o CENFIM

* O valor destas ações têm desconto de 10% para Empresas com protocolo de estágio (PCT) com o CENFIM

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	ESPECIALIZAÇÃO TECNOLÓGICA - CET	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Eletric. /Eletrónica	55401	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Feb/24	1560	Gratuito	Amarante
	55402	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Nov/24	1560	Gratuito	
Eletric. / Eletrónica	59047	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Mar/24	1560	Gratuito	Arcos de Valdevez
Eletric. / Eletrónica	69203	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Nov/24	1560	Gratuito	Caldas da Rainha
	69204	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Nov/24	1560	Gratuito	
Const. Mecânicas	57409	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecânica	Q1DC0324c	Sep/24	1610	Gratuito	Ermesinde
Eletric. Eletrónica	57408	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Nov/24	1560	Gratuito	
Eletric. Eletrónica	63117	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Apr/24	1560	Gratuito	Lisboa
	63116	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Sep/24	1560	Gratuito	
Eletric. / Eletrónica	64971	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Oct/24	1560	Gratuito	Marinha Grande
Eletric. / Eletrónica	56005	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	May/24	1560	Gratuito	Oliv. de Azeméis
Organização e Gestão Industrial	56002	Técnico/a Especialista em Gestão da Produção (Supervisor de Produção) — Indústria Metalúrgica e Metalomecânica	Q1DB0111c	Apr/24	1560	Gratuito	
Eletric. / Eletrónica	65107	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Oct/24	1560	Gratuito	Santarém
Const. Mecânicas	58005	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecânica	Q1DC0324c	Oct/24	1610	Gratuito	Trofa
Eletric. / Eletrónica	58004	Técnico/a Especialista em Tecnologia Mecatrónica	Q1DC0553	Oct/24	1560	Gratuito	

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	APRENDIZAGEM	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Manut. Industrial	55101	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	Amarante
Manut. Industrial	69200	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	Caldas da Rainha
Const. Mecânicas	57101	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q1BC0255f	Sep/24	1315	Gratuito	Ermesinde
Eletric. / Eletrónica	57103	Técnico/a de Mecatrónica	Q1BK0183d	Sep/24	1315	Gratuito	
Projeto / Desenho	57102	Técnico/a de CAD/CAM	Q1BA0260b	Sep/24	1190	Gratuito	
Const. Mecânicas	62218	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q1BC0255f	Sep/24	1315	Gratuito	Grândola
Eletric. / Eletrónica	63115	Técnico/a de Mecatrónica	Q1BK0183d	Sep/24	1315	Gratuito	Lisboa
Const. Mecânicas	64948	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q1BC0255f	Sep/24	1315	Gratuito	Marinha Grande
Eletric. / Eletrónica	64949	Técnico/a de Mecatrónica	Q1BK0183d	Sep/24	1315	Gratuito	
Const. Mecânicas	56024	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q1BC0255f	Sep/24	1315	Gratuito	Oliv. de Azeméis
Manut. Industrial	56026	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	
Projeto / Desenho	56025	Técnico/a de Desenho de Construções Mecânicas	Q1BA0189d	Sep/24	1390	Gratuito	
Manut. Industrial	67114	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	Peniche

NOTA: Reserva-se ao CENFIM o direito de antecipar ou adiar as ações de formação de acordo com os requisitos vigentes para a respetiva execução

* O valor destas ações têm desconto de 50% para as Empresas Associadas da ANEME e AIMMAP

* O valor destas ações têm desconto de 30% para as Associações Locais Protocoladas com o CENFIM

* O valor destas ações têm desconto de 10% para Empresas com protocolo de estágio (PCT) com o CENFIM

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	APRENDIZAGEM	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Eletric. / Eletrónica	54114	Técnico/a de Mecatrónica	Q1BK0183d	Sep/24	1315	Gratuito	Porto
Energia	54124	Técnico/a de Refrigeração e Climatização	Q1BJ0077e	Sep/24	1290	Gratuito	
Manut. Industrial	65105	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	Santarém
Const. Metálicas	68217	Técnico/a de Soldadura	Q1BD0358c	Sep/24	1315	Gratuito	Sines
Const. Mecânicas	58105	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q1BC0255f	Sep/24	1315	Gratuito	Trofa
Const. Metálicas	58106	Técnico/a de Soldadura	Q1BD0358c	Sep/24	1315	Gratuito	
Manut. Industrial	58107	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	
Projeto / Desenho	58108	Técnico/a de Desenho de Construções Mecânicas	Q1BA0189d	Sep/24	1390	Gratuito	
Const. Mecânicas	66702	Técnico/a de Maquinação e Programação CNC	Q1BC0255f	Sep/24	1315	Gratuito	Torres Vedras
Manut. Industrial	66700	Técnico/a de Manutenção Industrial de Metalurgia e Metalomecânica	Q1BE0161i	Sep/24	1365	Gratuito	

TIPO DE ATIVIDADE	AÇÃO	EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO DE JOVENS - CEF	CURSO	INÍCIO	HORAS	PREÇO*	NÚCLEO
Manut. Industrial	69201	Eletromecânico/a de Manutenção Industrial	Q1NE0329	Sep/24	2366	Gratuito	Caldas da Rainha
Manut. Industrial	65106	Eletromecânico/a de Manutenção Industrial	Q1NE0329	Sep/24	2366	Gratuito	Santarém
Const. Metálicas	66701	Serralheiro/a Civil	Q1ND0463	Sep/24	2341	Gratuito	Torres Vedras

FORMAÇÃO INDIVIDUALIZADA*

MODALIDADE	CURSO	HORAS	VALOR	NÚCLEO
OIF - Oficina Individual de Formação	CNC - Operação e Maquinação com fresadoras	50	280 €	Amarante
				Ermesinde
				Lisboa
				Marinha Grande
				Trofa
OIF	CNC - Programação de fresadoras	50	280 €	Amarante
				Ermesinde
				Lisboa
				Marinha Grande
				Trofa
OIF	CNC 5 Eixos - Técnicas de programação, maquinação e setup	50	280 €	Lisboa

* Disponível todo o ano | Também possível em contexto híbrido

Projeto “CarboFree_Guide4Metal” dá nome ao processo de descarbonização do METAL PORTUGAL

Depois de ter sido apresentado no final do passado mês de setembro, o projeto CarbonFree_Guide4Metal está em velocidade cruzeiro em plena fase de implementação.

Como é sabido, a AIMMAP e o CATIM unem esforços nesta missão de criar um Roteiro para a Descarbonização e Capacitação para o setor metalúrgico e metalomecânico, assumindo a responsabilidade do papel vanguardista do METAL PORTUGAL nos grandes movimentos de modernização e transição, nomeadamente digital e energética

Efetivamente, tendo em consideração as estratégias e metas definidas no âmbito do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), mais concretamente ao nível da Componente 11 - Descarbonização da Indústria, integrada na Dimensão Transição Climática, a AIMMAP assumiu como uma das principais prioridades, a promoção e a elaboração de roteiros setoriais para a neutralidade carbónica, que permitam uma transição coesa e que envolvam a criação de sinergias entre agentes e entidades-chave com com-



petências técnicas orientadas para a valorização da atividade industrial.

Na verdade, a AIMMAP, desde o início da sua atividade, tem assumido um papel determinante para o crescimento da competitividade e produtividade do setor, participando no desenvolvimento de políticas sustentáveis de apoio às empresas, numa aposta clara em I&D, na propriedade industrial, na qualidade e certificação, na formação profissional, bem como na conquista de novos mercados internacionais e reforço dos existentes, sendo reconhecida-

mente o setor transformador mais exportador a nível nacional.

As equipas da AIMMAP e do CATIM responsáveis pelo projeto, trabalham com enorme motivação na implementação do mesmo, não tendo qualquer dúvida de que o CarbonFree_Guide4Metal vai traduzir-se numa enorme mais-valia para o METAL PORTUGAL, um setor cada vez mais relevante na realidade socioeconómica nacional, e que é cada vez mais uma referência na liderança dos grandes processos ligados à dupla transição.

AIMMAP juntou mais de 150 participantes num *webinar* sobre o CBAM

No passado dia 23 de novembro a AIMMAP juntou mais de 150 participantes numa sessão *online* sobre o Mecanismo de Ajustamento Carbó-

nico Fronteiriço (*Carbon Border Adjustment Mechanism* – CBAM) que entrou em vigor no passado dia 1 de outubro de 2023.

Rafael Campos Pereira deu as boas-vindas aos participantes, e sublinhou que desde muito cedo a AIMMAP começou a acompanhar este tema

junto das instâncias europeias, que afeta as empresas e que afetará seguramente a competitividade europeia.

Embora, como referiu, nesta primeira fase do período de transição, as obrigações para as empresas sejam sobretudo a nível burocrático, existem ainda muitas dúvidas e incertezas, sendo em todo o caso certo, porém, que este novo regulamento afetará seguramente todas as empresas, de forma mais ou menos direta consoante os casos.

O Vice-Presidente Executivo da AIMMAP salientou ainda o entendimento da AIMMAP sobre a relevância do dossier em causa, considerando ser fundamental informar e esclarecer as empresas sobre o tema. Acrescentou que, sendo a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) a entidade competente responsável pela implementação do novo regulamento em Portugal, foi com muito agrado que a AIMMAP contou com a colaboração da referida APA na execução da sessão, na qual vieram ser prestadas muitas informações sobre o novo regulamento, nomeadamente

quais as empresas e produtos diretamente abrangidos pelo CBAM.

Durante cerca de duas horas, Paulo Lourenço, responsável pelo Departamento de Alterações Climáticas da APA, apresentou e descodificou o mecanismo criado pelo Regulamento (UE) 2023/956, de 10 de maio de 2023, que pretende impor um preço de carbono a determinadas mercadorias importadas para a União Europeia (UE), em particular aquelas identificadas no Anexo I do mesmo Regulamento, garantindo um preço de carbono equivalente entre esse produto importado e o mesmo produto produzido na UE.

Referiu ainda que, neste momento decorre um período de transição que teve início no passado dia 1 de outubro, e terminará no dia 31 de dezembro de 2025, e as regras e obrigações em vigor durante este período encontram-se estabelecidas no Regulamento de Execução (UE) 2023/1773, de 17 de agosto de 2023.

Com efeito, de acordo com o suprarreferido Regulamento de Execução,

durante o período de transição existe apenas a obrigação de comunicação de informações sem qualquer obrigação financeira associada, dados que devem ser comunicados através de um “relatório CBAM”, em particular aqueles previstos no Anexo I do Regulamento de Execução (UE) 2023/1773, o qual deve ser submetido o mais tardar um mês após o final de cada trimestre, através do registo de transição CBAM que está a ser desenvolvido pela Comissão Europeia. O próximo período de reporte decorre durante o mês de janeiro de 2024 e refere-se ao trimestre de outubro, novembro e dezembro de 2023.

No final de um longo período de perguntas e respostas, Paulo Lourenço indicou ainda que toda a informação disponível até agora sobre o CBAM, está devidamente organizada e disponibilizada na *webpage* da APA.

A AIMMAP continuará naturalmente a acompanhar este tema de enorme relevância e está disponível para apoiar as empresas e ajudar a esclarecer dúvidas que possam surgir.

A CIBER RESILIÊNCIA esteve em debate na AIMMAP

No passado dia 28 de novembro, a AIMMAP realizou uma sessão sobre CIBER RESILIÊNCIA e o Programa de Proteção do Conhecimento e da Informação Sensível.

Foi uma sessão presencial realizada no edifício AIMMAP, e que contou com a presença de dezenas de participantes.

A Diretora-Geral da AIMMAP presidiu ao momento de abertura e destacou a importância de ações com aquela natureza, numa altura em que ninguém nem nenhuma organização parece estar livre de ser alvo de ataques cibernéticos.

Mafalda Gramaxo avançou ainda que, conscientes da transformação

digital e dos desafios associados, muitas empresas estão preocupadas em adotar tecnologias que lhes permitam ganhar vantagem competitiva no mercado. Mas este processo de digitalização arrasta consigo desafios acrescidos, nomeadamente no que se refere à cibersegurança. Neste sentido, é necessário capaci-



tar e trabalhar os comportamentos e conhecimentos para essa área, de todos os colaboradores da empresa, a começar pelos gestores de topo, deixando de lado a ideia errada de que este tema importa apenas aos departamentos informáticos.

A sessão contou com a participação de alguns responsáveis do SIS – Serviço de Informações de Segurança, bem como de Pedro Norton Barbosa, *Founder e Lead Consultant* da Skill & Reach, uma empresa especializada em serviços de cibersegurança.

Pedro Norton Barbosa abordou detalhadamente as principais formas de ataque no mundo cibernauta, bem como os dispositivos informáticos mais vulneráveis, exemplificando ainda várias formas de controlar e mitigar os ciber ataques. O responsável da Skill & Reach, que soma mais de duas décadas de experiência pro-

fissional focada nesta área, alertou ainda as empresas presentes para a importância de terem um manual de procedimentos e boas práticas, para que, no caso de serem vítimas de um ciber ataque, a reação da empresa permita mitigar os danos.

Tal como a anterior, também a intervenção que se seguiu gerou enorme interesse na plateia. Com efeito, a apresentação do Programa de Proteção do Conhecimento feita pelos responsáveis do SIS, enriqueceu os conhecimentos da assistência sobre esta matéria. Com uma preocupação particular em fazer entender o “*modus operandi*” dos grupos de ciber crime, o SIS exemplificou diversas práticas recomendadas para minimizar o risco de um ataque desta natureza, analisando diversas medidas de segurança digital, organizacional, física e comportamental que

foram descuradas e comprometidas em alguns casos.

Com um departamento especializado em ciber crime desde 2010, o SIS atua numa lógica preventiva, identifica e atribui responsabilidades, monitoriza e procura antecipar e ajudar a antecipar os ciber crimes, envolvendo sempre grande cooperação.

Em concreto, o Programa de Proteção do Conhecimento e da Informação Sensível do Serviço de Informações de Segurança (SIS) visa alertar entidades em Portugal para as ameaças de ingerência, espionagem, sabotagem e desinformação, sensibilizando-as para a importância da proteção do conhecimento e da informação sensível que detêm e administram. Este Programa insere-se na missão preventiva do SIS de detectar e antecipar ameaças em território nacional.

Na realidade, não para de crescer o número de organizações que entendem os efeitos nefastos de ciberataques, e é igualmente pelo impacto provocado que cada vez mais setores de atividade sujeitos a conformidades regulatórias investem para elevarem a sua resiliência operacional digital. Os *malware infostealers* são uma categoria de *malwares* que têm afetado cada vez mais organizações, e servem como porta de entrada para ciberataques que podem

ir desde *ceo fraud* e *business email compromise*, a ciberataques de *ransomware* e roubo de informação confidencial

Com efeito, as organizações nacionais ao reforçarem as suas medidas de segurança digital, organizacional, física e comportamental e ao elevarem a sua cultura de segurança interna criam um ambiente hostil a interesses contrários aos nacionais e agilizam melhor os seus sensores

para detetar e obstaculizar ameaças de espionagem, ingerência ou sabotagem física e digital.

No final da sessão, o longo período de perguntas e respostas ilustrou a relevância e interesse desta sessão que, como não podia deixar de ser, contou com o total empenho por parte da AIMMAP, sempre focada em ajudar as empresas a ganhar maior consciência digital e a adotarem comportamentos ciber seguros.

AIMMAP e PRODUTECH promoveram *webinar* sobre o concurso para projetos de formação de interesse especial para médias e grandes empresas

A AIMMAP e a PRODUTECH promoveram, no passado dia 6 de dezembro, um *webinar* de apresentação e explicação de todas as vertentes do concurso recentemente lançado para projetos de formação de interesse especial para médias e grandes empresas.

Esta iniciativa, que aliás contou com dezenas de empresas participantes, encontrou fundamento no facto de ter sido identificado o elevado interesse do referido concurso, bem como o elevado potencial de muitas das empresas do METAL PORTUGAL serem sérias candidatas a beneficiar deste apoio.

Assim, especialmente dirigido a médias e grandes empresas, foi publicado recentemente o aviso com o código COMPETE2030-2023-4 do

Portugal 2030 com a designação SIQRH - Formação empresarial individual clusters que consiste no apoio para Formação de ativos – empresários, gestores e trabalhadores – das empresas inseridas em Clusters de Competitividade, nos quais se insere o Cluster PRODUTECH, estando por isso especialmente concebido para empresas do Setor do Metal diretamente relacionadas com o Cluster das Tecnologias de Produção ou com atividade relevante a montante ou a jusante.

São abrangidas neste aviso ações de formação que visem objetivos de inovação e competitividade, através da qualificação específica dos empresários, gestores e trabalhadores das empresas, para a reorganização e melhoria das capacidades de ges-

tão, reforçando a sua produtividade

Deste modo, este concurso constitui uma excelente oportunidade para as empresas apresentarem em sede de candidatura, planos de formação orientados às suas necessidades específicas.

O prazo para a apresentação de candidaturas decorreu entre 15/11/2023 a 31/01/2024 (18 horas).

Toda a informação está disponível em:

<https://www.compete2030.gov.pt/avisos/siqrh-formacao-empresarial-compete2030-2023-04/>

As empresas interessadas ou que necessitem de esclarecimentos adicionais poderão contactar os serviços da AIMMAP.



Rafael Campos Pereira integrou a comitiva da Confederação Empresarial de Portugal em audiência do Presidente da República

O Presidente da República recebeu, em audiência no Palácio de Belém, a Confederação Empresarial de Portugal (CIP), a pedido desta.

A reunião realizou-se no passado dia 5 de dezembro e Rafael Campos Pereira, Vice-Presidente Executivo da AIMMAP e também Vice-Presidente da CIP, integrou a comitiva da CIP que foi naturalmente liderada pelo Presidente Armindo Monteiro, que teve a oportunidade de transmitir a Marcelo Rebelo de Sousa, a preocupação da CIP com o impacto negativo resultante da atual crise política vivida em Portugal.

Os representantes da CIP, onde também se incluíam os igualmente Vice-Presidentes João Almeida Lopes

e Óscar Gaspar e o Diretor-Geral Rafael Alves Rocha, alertaram o Presidente da República para a importância de minimizar os custos que resultam da atual crise para as empresas e para o país em geral.

Durante a audiência a CIP pediu a Marcelo Rebelo de Sousa que estivesse atento à atual situação, numa altura em que o país não pode parar pelo facto de o governo entrar em gestão. A comitiva alertou ainda que é fundamental não deixar estagnar a execução do PRR, entre outras questões.

Marcelo Rebelo de Sousa felicitou o Presidente da CIP e a sua equipa pelo excelente trabalho que têm realizado nestes meses de mandato em

prol do país, assumindo o papel de principal voz das empresas portuguesas, e um parceiro estratégico da afirmação do país, defendendo as empresas enquanto principal motor de crescimento económico e social.

Agradecendo a disponibilidade e as palavras do Presidente da República, Armindo Monteiro sublinhou a sempre crescente motivação da CIP no sentido de contruir uma economia mais competitiva e uma realidade socioeconómica mais próspera, e recordou que, em junho de 2024, a Confederação Empresarial de Portugal completará 50 anos de atividade em defesa das empresas, da iniciativa privada e da economia de mercado.

David Rodrigues representou a AIMMAP no segundo encontro estratégico - Famalicão Região Empreendedora Europeia 2024 -

David Rodrigues representou a AIMMAP na segunda reunião estratégica promovida pelo município de Famalicão no âmbito da candidatura a Região Empreendedora Europeia (EER).

A Região Empreendedora Europeia é um projeto que identifica e recompensa as regiões e os municípios da União Europeia que revelem uma estratégia política extraordinariamente empreendedora e inovadora, independentemente da sua dimensão, riqueza e competências.

Às regiões ou aos municípios que apresentam o plano de prospeção mais credível, inovador e promissor é atribuído o rótulo de “Região Empreendedora Europeia” para um ano específico.

A reunião decorreu no passado dia 21 de novembro na Casa do Território no Parque da Devesa, em Vila Nova de Famalicão, e tal como a primeira que teve lugar em setembro passado, juntou vários parceiros e stakeholders que foram chamados pelo município a desempenhar um papel ativo na implementação do Plano de Ação para o ano de 2024.

Com efeito, depois de no passado mês de março, o Município de Vila Nova de Famalicão ter apresentado uma candidatura junto do Comité Europeu das Regiões ao Prémio

EER 2024 – European Entrepreneurial Region, a mesma foi, entretanto, aprovada, e o galardão que distingue o município com o Prémio Famalicão Região Empreendedora Europeia 2024 foi entregue em julho, pelo Presidente do Comité Europeu das Regiões numa cerimónia que decorreu no Parlamento Europeu, em Bruxelas.

Mário Passos, autarca da região salienta que *“este é um prémio que muito orgulha a região, sendo de relevar o papel importantíssimo que os parceiros e stakeholders serão chamados a desempenhar na implementação do Plano de Ação para o ano de 2024”*. Uma distinção que refere estar *“ancorada na estratégia municipal para o empreendedorismo “Famalicão Made IN” e nas evidências demonstradas do caminho entretanto iniciado para a reformulação da estratégia, materializado em ações concretas que refletem a nova visão estratégica do Made IN ao Created IN, com destaque para os eixos de*

intervenção associados à resiliência, sustentabilidade e transição digital”.

Naturalmente que, dada a relevância socioeconómica que a indústria metalúrgica e metalomecânica tem na região, a AIMMAP é um parceiro estratégico do município de Famalicão neste desafio, e David Rodrigues salientou que este prémio *“é o corolário de décadas de trabalho, dedicação e perseverança, com vários protagonistas, nomeadamente os empresários, os trabalhadores, as escolas profissionais – e gostaria de destacar o núcleo do CENFIM em Famalicão -, centros tecnológicos e de investigação, bem como o poder local”*.

Este grupo de trabalho conta ainda com diversos parceiros, como a CCDR-N, IEFP, IAPMEI entre outros, e continuará naturalmente a contar com a participação ativa da AIMMAP.

Leia e divulgue



PARA MAIS INFORMAÇÕES:

telef.: +351 226 166 860 | fax: +351 226 107 473 | email: aimmap@aimmap.pt

Jantar de Homenagem a António Saraiva juntou dezenas de empresários e personalidades da vida empresarial

No passado dia 8 de novembro, a AIMMAP juntou personalidades, colaboradores e dezenas de empresas do METAL PORTUGAL, num jantar de homenagem a António Saraiva.

A cerimónia teve lugar num dos mais emblemáticos monumentos da cidade do Porto, o Palácio da Bolsa, que é também a sede da Associação Comercial do Porto, e que todos os anos acolhe eventos de relevo de natureza cultural, económica e política.

A dignidade do local impunha-se, tendo em conta a importância desta cerimónia para todo o METAL PORTUGAL e particularmente para a AIMMAP. Com efeito, foi na AIMMAP que António Saraiva deu início ao seu notável percurso no dirigismo empresarial, primeiro como Vice-Presidente e mais tarde como Presidente da Direção.

Um período que ficou marcado pelo enorme dinamismo, empenho e humanismo que o homenageado dedicou ao setor e que contribuiu de forma decisiva para robustecer e potenciar o crescimento do setor metalúrgico e metalomecânico nacional. Aliás, a presença empresarial e de toda a equipa de colaboradores da AIMMAP na cerimónia do passado dia 8, é testemunho dessa herança que António Saraiva deixou no METAL PORTUGAL.

Mas o seu percurso não ficou por aqui e durante estes 13 anos presidiu à CIP, a mais importante confederação de empregadores portuguesa, deixando também aí um extraordinário legado.



A mais evidente das marcas que imprimiu foi muito provavelmente a forma como reforçou de forma significativa o prestígio e a notoriedade da CIP, junto das empresas, do governo e da administração pública e dos cidadãos portugueses em geral.

Além disso, foram muitas as iniciativas que liderou e promoveu com enorme êxito, e que se traduziram num grande benefício para Portugal.

Perante este caminho impressionante, e como já tivemos oportunidade de informar em anteriores edições





deste jornal, depois de a Direção da AIMMAP deliberar propor à Assembleia Geral a atribuição do estatuto de Presidente Honorário a António Saraiva, e de a proposta ser aprovada por unanimidade na referida Assembleia, a AIMMAP decidiu formalizar a homenagem num jantar que se destacou pelo ambiente informal e acolhedor.

Vítor Neves, no discurso de abertura, sublinhou isso mesmo e destacou o facto de o legado deixado por António Saraiva ao setor metalúrgico e metalomecânico ser de tal forma relevante, que fez com que se criasse a figura de Presidente Honorário nos estatutos da associação.

Antes da intervenção seguinte, foi entregue a António Saraiva, por Vítor Neves e Aníbal Campos, respetivamente Presidente da Direção da AIMMAP e Presidente da Mesa da Assembleia Geral da mesma associação, um Diploma alusivo à homenagem.

Isso posto, usou da palavra o atual Presidente da Direção da CIP, Arminho Monteiro, que sublinhou os muitos anos que soma de enorme proximidade com António Saraiva em quem vê qualidades singulares a nível profissional e pessoal, acrescentando que, sendo preferencialmente um homem de pontes e de consensos, não deixou ainda assim de provocar as ruturas que se revelaram necessárias para salvaguardar os legítimos interesses dos seus representados.

Rafael Campos Pereira, que para além de ter trabalhado diretamente com António Saraiva na Direção da AIMMAP, também partilhou com ele responsabilidades na Direção da CIP ao longo de vários anos, foi protagonista de um dos discursos mais emotivos da cerimónia.

Sublinhando aspetos muito carismáticos da vida profissional de António Saraiva, destacando-o como um Homem muito resiliente, hábil negociador e sempre sério e corajoso na

sustentação das suas causas, Rafael Campos Pereira referiu o grande período de evolução e transformação que atravessou na AIMMAP ao lado de António Saraiva.

Partilhando algumas histórias de vida que passou ao lado de alguém que qualifica como “grande amigo”, o Vice-Presidente Executivo da AIMMAP (e da CIP), foi sempre enaltecendo o homenageado, ilustrando como defendeu a importância absolutamente incontornável da concertação social, e como desenvolveu um trabalho exemplar em negociações com o governo e os outros parceiros sociais, das quais resultaram grandes benefícios para as empresas em domínios como a fiscalidade, a legislação laboral ou a transição digital.

António Lobo Xavier foi uma das ilustres personalidades que não quis deixar de marcar presença, e partilhou com António Saraiva um momento de conversa, durante o qual se falou das características tão particulares

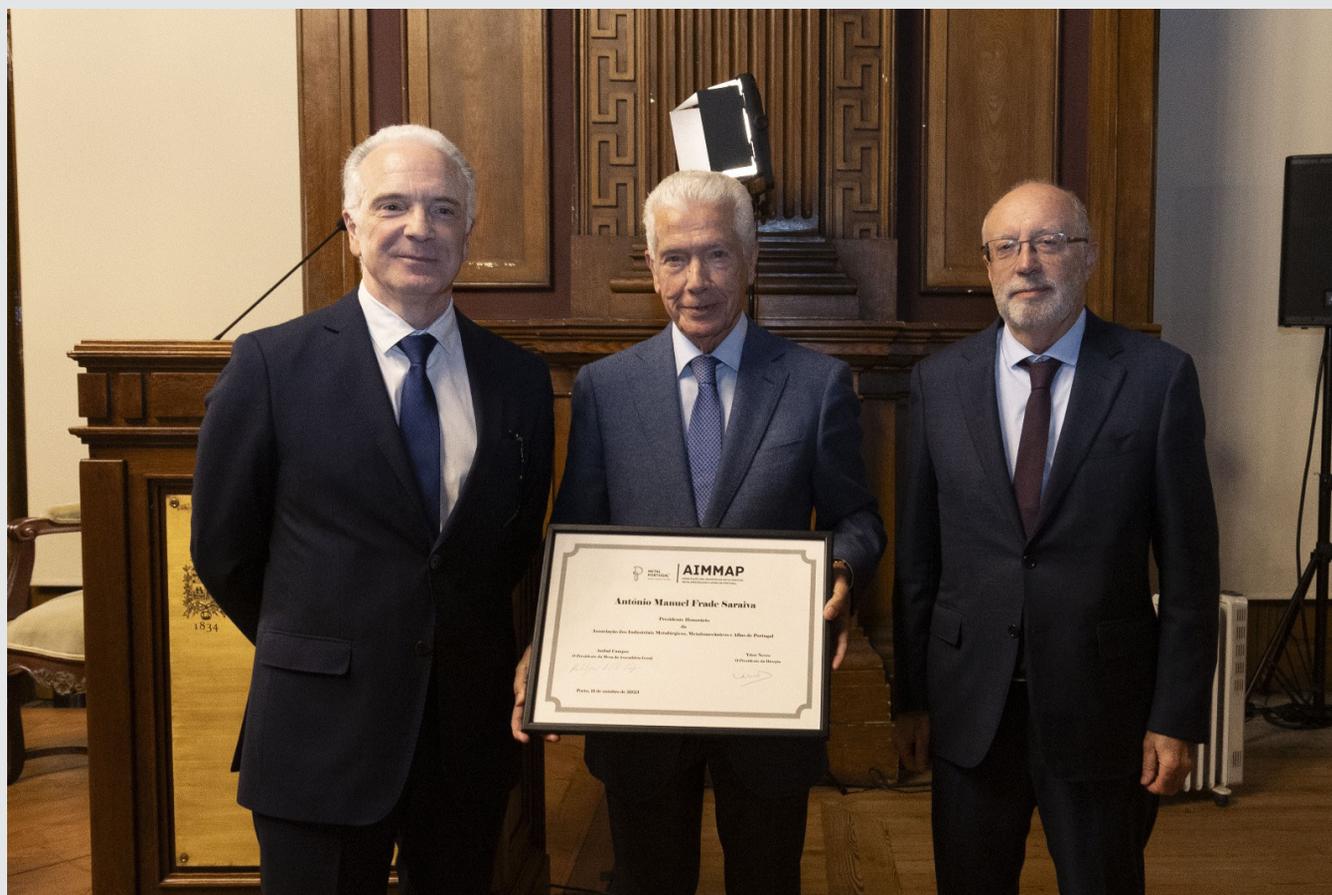
que fazem de António Saraiva um líder único e um “Homem que constrói pontes”, e onde também se abordaram temas da atualidade como a recente crise política nacional.

António Saraiva revelou um orgulho

imenso na homenagem que recebeu, sublinhando uma vez mais que é uma iniciativa que lhe “toca no coração”, vinda de uma casa que sente ser a sua.

A Direção da AIMMAP agradeceu

a todos os presentes e em particular ao anfitrião Nuno Botelho, Presidente da Associação Comercial do Porto, também presente na cerimónia, e concluiu a iniciativa com grande satisfação e sentido de dever cumprido.



METAL PORTUGAL brilha na terceira participação coletiva na ADVANCED MANUFACTURING 2023

Em 2023, mais uma vez a AIMMAP promoveu um stand coletivo na feira Advanced Manufacturing 2023, que se realizou em Madrid nos dias 15 e 16 de novembro.

A feira Advanced Manufacturing,

anteriormente designada Metal Madrid, é uma das mais importantes feiras profissionais da Península Ibérica que conta com mais de 600 empresas expositoras e uma superfície de cerca de 38.400 m2 por onde pas-

sam habitualmente mais de 12.000 profissionais.

Com efeito, este certame constitui o evento líder em inovação industrial, fabricação e processamento de metais; robótica e automação; e confi-



gura o único evento sobre materiais compósitos e suas aplicações realizado no país vizinho.

Assim, durante dois dias estiveram em destaque na IFEMA, em Madrid, os últimos avanços e desenvolvimentos referentes a materiais e tecnologias de produção para a indústria de hoje e de amanhã, num encontro único cem por cento profissional.

Para além da qualidade da feira, a sua proximidade geográfica facilita, aos mais variados níveis, a presença de empresas portuguesas tendo-se registado nesta terceira participação coletiva do METAL PORTUGAL no certame, uma presença com oito empresas com destaque para os subsectores da peças técnicas e das tecnologias de produção.

Pedro Carvalho, acompanhou e apoiou a participação das empresas do METAL PORTUGAL neste certame, e foi com muito agrado que consta-

tuou que, comparando com o ano anterior, *“duplicou o número de empresas que se juntaram à participação coletiva organizada pela AIMMAP”*.

Com efeito, a vizinha Espanha continua a representar um dos principais mercados para as exportações do metal, e será de esperar que a excelente performance do METAL PORTUGAL nesta feira, alavanque ainda mais essa realidade.

A realidade é que a qualidade registada no pavilhão nacional em diversas vertentes não deixou ninguém indiferente, com diversos potenciais clientes interessados em realizar negócios com as empresas nacionais.

A AIMMAP vai naturalmente continuar a promover participações coletivas do METAL PORTUGAL neste certame, onde mais uma vez o apoio da AIMMAP e em particular de Pedro Carvalho, quer na fase preparatória da participação na feira quer

durante a realização da mesma, foi por todos os participantes nacionais considerado de uma inestimável mais-valia.

Empresas que integraram o stand coletivo do METAL PORTUGAL na Advanced Manufacturing 2023

BLASQEM, Lda

HSTOOL S EUROPA, Lda

INACEINOX - Indústria de Equipamentos Inoxidáveis, S.A.

INOXCOM - Serralharia Metalomecânica, Lda

JAEXISTE - Indústria de Tornearia Automática, Lda

METALOTROFA – Serralharia Mecânica da Trofa, Lda

OPEXIL - Exportação e Importação, Lda

SINUTA FCE - Ferramentas de Corte e Estampagem, Lda

AIMMAP liderou comitiva de empresas portuguesas na edição de 2023 da ELMIA Subcontractor

Mais uma vez, em 2023, a “ELMIA Subcontractor” desenrolou-se, como sempre, na cidade sueca de Jönköping, entre os dias 14 e 16 de novembro, e contou com uma importante participação de empresas portuguesas, nomeadamente no âmbito de um stand coletivo promovido e organizado pela AIMMAP.

O objetivo de cada uma das empresas portuguesas que participou na feira foi o de reforçar a respetiva presença em mercados de grande sofisticação e valor acrescentado como o são a Suécia e os restantes países nórdicos.

Na verdade, há vários anos que a AIMMAP tem vindo a desenvolver um trabalho muito aprofundado no mercado sueco, considerado um dos mais sofisticados do mundo, nomeadamente através da presença coletiva nesta feira que é, como bem se sabe, a mais importante exposição industrial de subcontratação de elevado valor acrescentado em todos os países nórdicos.

Naturalmente, a AIMMAP tem procurado mobilizar as suas empresas para presenças consistentes na feira, certa de que, na grande maioria dos casos, as empresas do METAL PORTUGAL têm capacidade para responder afirmativamente aos mais difíceis desafios dos exigentes clientes nórdicos.

A verdade é que, desde que a AIMMAP passou a promover a organização de participações na feira, as exportações das empresas do setor metalúrgico e metalomecânico português para o mercado sueco mais do que triplicaram, tendo passado de 78,5 milhões de euros em 2012 para 288,2 milhões de euros em 2022.

É com enorme satisfação que a AIMMAP constata que os números das exportações do METAL PORTUGAL para o mercado sueco continuam a ser excelentes em 2023, tendo crescido 10,5% nos primeiros oito meses do ano face ao mesmo período do ano transato.

Este certame internacional tem hoje lugar cativo nos planos de internacionalização da AIMMAP, num mercado de elevado potencial. Aliás, o Vice-Presidente Executivo da



LASTING CONNECTIONS

A combinação perfeita de máquinas de soldadura, consumíveis e tecnologias com o nosso reconhecido conhecimento de aplicações e processos fornece a melhor solução para as suas necessidades: uma ligação verdadeira e testada entre pessoas, produtos e tecnologias. O resultado é o que prometemos: soluções completas de soldadura para ligações duradouras.



AIMMAP, Rafael Campos Pereira, e a Diretora-Geral Mafalda Gramaxo, visitaram as cerca de 13 empresas presentes no stand coletivo do METAL PORTUGAL, que contaram ainda com o apoio altamente profissional da associação - muito particularmente por parte de Pedro Azevedo -, em todas as fases do processo, desde o processo de candidatura para financiamento dos custos até ao acompanhamento na feira, passando ainda pela conceção e montagem de stands, compra de viagens, reserva de hotéis, envio de amostras e também um vasto conjunto de outras questões instrumentais muito importantes para o sucesso da participação de cada empresa expositora.

No final da feira ficou a certeza de que existe um potencial muito interessante para que as exportações do METAL PORTUGAL continuem a aumentar para aquele mercado, já que as empresas participantes fizeram um balanço muito positivo quanto à qualidade dos contactos efetuados durante o certame, bem como quanto ao apoio que lhes foi concedido pela AIMMAP.

Empresas participantes no stand coletivo do METAL PORTUGAL na ELMIA 2023:

- FAL - Fundação do Alto da Lixa, S.A
- FERESPE - Fundação de Ferro e Aço, Lda
- FIRMAGO - Fundação de Alumínios, S.A.

- FUNDÍNIO, S.A.
- FUNDIVEN, S.A.
- INACEINOX - Indústria de Equipamentos Inoxidáveis, S.A
- METALOCAIMA - Metalúrgica Vale do Caima, S.A.
- PROZINCO - Construção e Manutenção, S.A.
- SOMEIL - Sociedade de Metais Injectados, Lda
- SOPLAST - Moura Moutinho & Mourais, LD^a
- TECNIFORJA - Forjagem e Estampagem de Peças Técnicas, Lda
- TSF - Metalúrgica de Precisão, Lda
- YSIUM, LDA.

O apelo da conservação dos oceanos é real. Ligas de proteção catódica com cádmio, até quando?

Autores: Joana Fonseca, Paulo Duarte - Zinc-it Maritime Spares

ÂNODOS DE SACRIFÍCIO

Os ânodos de sacrifício (figura 1) de zinco e alumínio são peças metálicas que se soldam ou aparafusam sobre estruturas submersas e as protegem contra a corrosão causada pela água.

Estes produtos são produzidos segundo normas internacionais ou recomendações militares americanas. A liga de zinco é composta por diferentes elementos e um deles é o cádmio.



Figura 1 – Ânodos de sacrifício

Tabela 1 - Liga de zinco standard normalizada para uso em água salgada ASTM B418-01, MIL -A-18001, ou EN 12496

Elemento	Teor
Al	0,1 – 0,5
Cd	0,025 – 0,07
Fe	Máx. 0,005
Cu	Máx. 0,005
Pb	Máx. 0,006
Outros	Máx. 0,10
Zn	Restante

São inúmeras as publicações científicas sobre o desenvolvimento de ligas de alumínio isentas de cádmio e a adoção destas ligas é já uma conquista e uma prática consolidada no mercado. Contudo, as ligas de zinco – que são as mais

utilizadas na proteção catódica de embarcações marítimas – continuam a conter cádmio na sua composição.

SUBSTITUIR O CÁDMIO POR ELEMENTOS ALTERNATIVOS

Diferentes ligas zinco e estanho foram desenvolvidas e patenteadas nos anos 70. Ligas que, apesar de cumprirem os requisitos impostos pelas normas internacionais em termos de características eletroquímicas, não vingaram atendendo ao custo acrescido de produção.

Esta valorização monetária do produto justificou a manutenção da utilização do cádmio. Contudo, a sua eliminação das ligas continua a ser amplamente discutida na literatura. A inexistência de alternativas e a preocupação crescente da indústria em reduzir a pegada ambiental impulsionam grupos de trabalho a orientar as suas pesquisas neste sentido.

Em busca de alternativas

Desde 2020, que a *Zinc-It Maritime Spares*, em parceria com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, tem patrocinado estudos académicos e realizado estudos laboratoriais que permitem desenvolver novas ligas de zinco isentas de cádmio.

Este caminho de inovação tem encontrado duas principais dificuldades: se por um lado se requer que o material substituto reaja quimicamente conforme o pretendido, e que possa ser adotado pelas normas internacionais que regem a produção das ligas, por outro lado, procura-se um material cujo custo não altere substancialmente o preço de produção. A alteração substancial do preço acarreta o risco da necessidade de poupança na manutenção das estruturas.

Em parceria com o Estaleiro Naval Samuel e Filhos, em Vila do Conde, estamos a testar uma nova liga em ambiente de mar e aguardamos ansiosamente os resultados. Após reconhecimento da sua viabilidade prática, será possível a validação final da nova liga de zinco para comercialização.

Esta inovação concretiza-se no fabrico de ânodos de sacrifício ambientalmente mais adaptados e é fruto do nosso compromisso de proteção ambiental. Orgulhamo-nos da academia nacional e da capacidade de adaptação industrial com um objetivo comum: a preservação os oceanos.

Damos Forma à Inovação

Shaping innovation

Na engenharia de produto, no desenvolvimento de protótipos, nas patentes e modelos de utilidade, o setor metalúrgico e metalomecânico é uma indústria assente na inovação



**METAL
PORTUGAL**

DAMOS FORMA AO FUTURO

www.aimmap.pt

AIMMAP

ASSOCIAÇÃO DOS INDUSTRIAIS METALÚRGICOS,
METALOMECÂNICOS E AFINS DE PORTUGAL

Fazemos a indústria acontecer!

FORMAÇÃO PARA JOVENS, ADULTOS E EMPRESAS

Plano de Formação 2024 já disponível no Site



- Construções Mecânicas
- Construções Metálicas
- Soldadura
- Projeto/Desenho (CAD)
- Fabrico Assistido por Computador (CNC/CAM)
- Eletricidade e Eletrónica
- Mecatrónica
- Robótica (Colaborativa e Móvel)
- Aeronáutica
- Fabricação Aditiva
- Manutenção e Automação Industrial
- Área de Gás
- Energias Renováveis
- Energia
- Qualidade, Ambiente e Segurança
- Administrativo, Comercial e Marketing

218 610 150*
dir@cenfim.pt

*(chamada para a rede fixa nacional)



CENFIM

CENTRO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL DA INDÚSTRIA METALÚRGICA E METALOMECÂNICA

FORMAÇÃO TECNOLÓGICA

MAR | ABR 2024



METROLOGIA INDUSTRIAL

NP EN ISO/IEC 17025:2018 - Requisitos Gerais de Competência para Laboratórios de Ensaio e Calibração (Presencial)

26 e 28 de março
09:30 - 17:30

Metrologia Industrial Aplicada a Calibrações e Ensaios (Presencial)

15, 16, 17, 23 e 24 de abril
09:30 - 17:30



SEGURANÇA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Segurança de Máquinas (ONLINE)

8, 10 e 12 de abril
09:00 - 13:00



QUALIDADE E INOVAÇÃO

A Conformidade Metrológica de Equipamentos/Sistemas de Medição (ONLINE)

9 e 11 de abril
09:00 - 12:30

EN 1090 - CPF e Marcação CE de Estruturas Metálicas (ONLINE)

19 e 21 de março
09:00 - 12:30



**FORMAÇÃO INCOMPANY
PEÇA-NOS PROPOSTA!**