

MISSÃO INTERFACE: REFORÇAR O PAPEL DOS CENTROS DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, NA PROMOÇÃO DA COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL

Rui Tocha *; Nuno Fidelis **; Liliana Ramos ***; Luis Dias ****

* Rui Tocha, Diretor-Geral do CENTIMFE; ** Nuno Fidelis, Gestor de Operações do CENTIMFE; *** Liliana Ramos, Coordenadora da área de Inovação Empresarial do CENTIMFE; **** Luis Dias, Investigador da área de Fabrico Aditivo do CENTIMFE

O Governo português, reconhecendo o papel estratégico dos Centros Tecnológicos e de Interface, pela ligação entre o Sistema Científico e Tecnológico e as empresas, criou o programa MISSÃO INTERFACE, financiado no âmbito do PRR, visando o estímulo ao desenvolvimento de atividades de I&D com as empresas, a integração e o desenvolvimento de competências altamente qualificadas, e o acompanhamento das prioridades temáticas, nacionais e europeias, no reforço competitivo empresarial, e reconheceu o CENTIMFE como CTI – Centro de Tecnologia e Inovação. Ao longo de 2025, iremos apresentar os resultados desta iniciativa, na Revista MOLDE, na linha editorial “Caderno Missão Interface”. Nesta edição, apresentamos um trabalho no âmbito do Joint Lab for Research, Development & Innovation, que o CENTIMFE promove com o instituto S3DP da Universidade NTU, em Singapura, no quadro da tese de Doutoramento do investigador da área de Fabrico Aditivo do CENTIMFE, Luis Dias, sobre a tecnologia de fabrico aditivo de Deposição Direta de Energia (DED).

O CENTIMFE propõe-se, no seu plano estratégico 2023-2028, reforçar a sua ação junto da indústria, no quadro da MISSÃO INTERFACE, através da promoção de serviços e processos de excelência, dinamizar a inovação da produção centrada nas pessoas, respondendo aos desafios da indústria no quadro da economia circular, de baixo carbono e sustentável, com aposta na sua transformação digital. Este caminho de médio e longo prazo passa pela integração e desenvolvimento de novas competências e a integração de quadros altamente qualificados (licenciados, mestres e doutorados), em domínios de fronteira tecnológica (*data science*, automação e robótica, fabrico aditivo, processos avançados de produção, estudo e processamento de materiais avançados, etc.), ao mesmo tempo que amplia a rede de cooperação nacional e internacional, num quadro de desenvolvimento de novos TECH LABS, que aumentem o número de candidaturas e projetos internacionais de I&D+i.

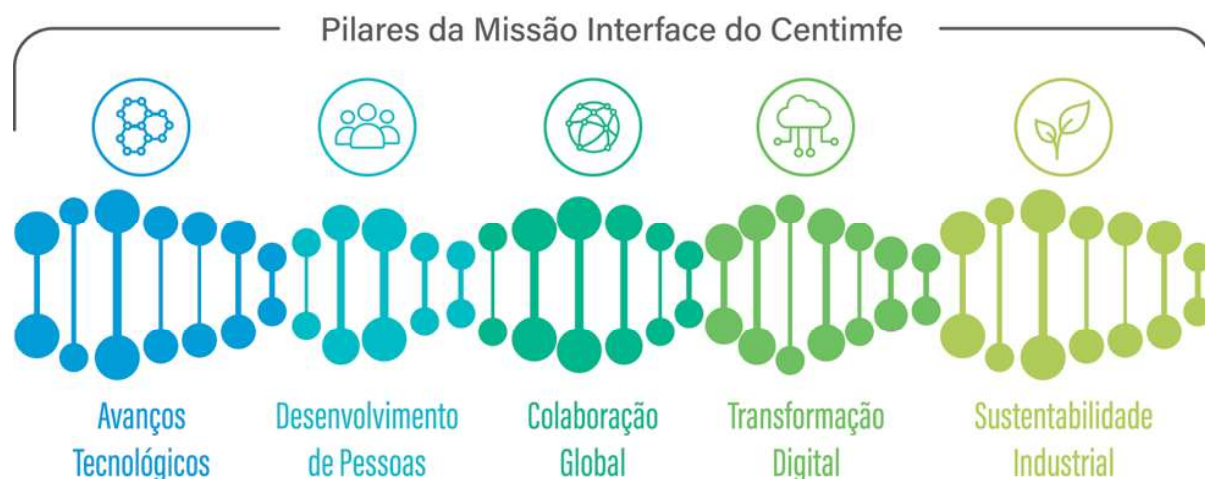
Assim, o estudo, a antecipação e o desenvolvimento de tecnologias são ambições da MISSÃO INTERFACE dinamizada pelo CENTIMFE, permitindo o desenvolvimento de conhecimento estratégico em novas áreas do desenvolvimento e produção de produtos que permitam, através da transferência para a indústria, reforçar a sua competitividade internacional.

Em 2025, termina assim a primeira fase deste modelo de capacitação e desenvolvimento do CENTIMFE, pelo que pretendemos, ao longo do ano, apresentar resultados e soluções desta iniciativa estratégica, ampliando a capacidade de transposição de conhecimento para as empresas e restante comunidade industrial.

É neste contexto que o CENTIMFE tem também vindo a estimular e a apoiar o desenvolvimento de mestrados e doutoramentos dos seus técnicos e investigadores, permitindo a exploração de sinergias com a sua rede internacional, como acontece com os desenvolvimentos de I&D, do investigador Luis Dias, que no âmbito do Fabrico Aditivo explora a articulação com o *Joint Lab – Research, Development & Innovation*, que o CENTIMFE promove com o instituto S3DP da Universidade NTU, de Singapura. Em tom de introdução ao que será apresentado no “Caderno Missão Interface” é aqui introduzido o trabalho conjunto intitulado “Aplicações da Tecnologia de Deposição Direta de Energia (DED), no sector dos moldes de injeção.”

Os moldes de injeção são ferramentas cada vez mais complexas, concebidas para a produção de peças, nomeadamente poliméricas (mas não só). Estas ferramentas em operação estão sujeitas a desgaste por fadiga e abrasão. A fadiga é induzida pelos ciclos térmicos sucessivos, assim como pelas forças resultantes do fecho/abertura e da pressão de injeção. A abrasão, por sua vez, está relacionada com os elementos móveis constituintes dos moldes, assim como com o deslocamento do polímero, durante o preenchimento da zona a moldar. Os polímeros, muitas vezes, são materiais compostos por fibras, que aceleram o desgaste dos elementos constituintes do molde.

Estes fatores combinados com os elevados ciclos de moldação do processo, levam muitas das vezes a falhas nos moldes. Estas falhas podem ser mais ou menos profundas, tendo maior ou menor impacto aquando da reparação do molde (gerando desperdícios). Podem existir pequenas falhas, como o surgimento de rebarba nas peças, pequenos defeitos superficiais nas peças plásticas ou até mesmo variações dimensionais, criando desconformidades; ou podem existir falhas catastróficas, como fissuras de elevada dimensão e até mesmo rutura com separação de elementos do molde.



Outro tipo de desafio nestas ferramentas está associado ao tempo de ciclo de moldação de uma peça. É imprescindível ter o tempo de ciclo mais reduzido possível, potenciando assim a eficiência do processo. Das diferentes etapas que compõem o tempo de ciclo, a que maior peso acarreta é o tempo de refrigeração. Genericamente no tempo de ciclo total, a refrigeração da peça representa cerca de 50 %, do tempo [1]. O impacto da refrigeração no tempo de ciclo, obriga a desenvolver sistemas de refrigeração altamente eficientes, por forma a reduzir o tempo de ciclo global. Esta otimização é conseguida através do desenvolvimento de canais conformados à peça, abrindo espaço para a atuação de tecnologias aditivas.

A tecnologia aditiva de deposição direta de energia (DED) permite a aplicação de revestimentos, reparação e fabrico de peças. Esta versatilidade enquadra-se na resposta aos desafios atuais que a indústria de fabrico de moldes de injeção, enfrenta.

No âmbito do fabrico aplicado à tecnologia DED, no estudo de Wilson et al. [2] é feita uma comparação entre a tecnologia DED e a tecnologia PBF aplicada à produção de peças com canais conformados. O resultado do estudo demonstra a capacidade da tecnologia DED em realizar os canais conformados, acrescentando que neste caso, quando comparado com a tecnologia PBF, as taxas de deposição são de uma a duas ordens de grandeza superior. Esta diferença reduz em larga escala o tempo de fabrico dos inserts moldantes.

No âmbito dos revestimentos, a tecnologia DED permite melhorar propriedades termomecânicas das peças. Um dos exemplos, é usar um substrato condutor térmico e depositar sobre este, materiais como aços ferramenta ou inoxidáveis. Com isto é possível reduzir o tempo de ciclo de refrigeração, mantendo as características mecânicas inerentes ao processo de moldação por injeção [3], [4], [5].

No domínio da reparação, nos casos em que o fabrico de uma nova peça tenha um custo elevado, a tecnologia DED terá elevada aplicabilidade. Esta aplicabilidade deve-se ao facto de ser possível realizar a reparação eficiente, mesmo em casos de elevada complexidade geométrica. Além disso, o material usado na reparação pode adicionar características mecânicas

superiores ao de base, desde que exista compatibilidade entre materiais que permita elevada adesão entre estes [6].

Em suma, podemos concluir que a tecnologia DED é uma tecnologia madura, com alta aplicabilidade no setor da moldação por injeção. No entanto, cada caso de aplicação deve ser avaliado, quer do ponto de vista geométrico, de material e do custo.

O **CENTIMFE** tem vindo a reforçar o seu conhecimento e a capacitar-se para responder aos desafios da indústria neste domínio.

Desafie-nos!

REFERÊNCIAS:

- [1] «(PDF) Cycle Time Optimization in Injection Moulding», ResearchGate. Acedido: 2 de dezembro de 2024. [Online]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333260757_Cycle_Time_Optimization_in_Injection_Moulding
- [2] N. Wilson et al., «Analysis of self-supporting conformal cooling channels additively manufactured by hybrid directed energy deposition for IM tooling», *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 132, n.º 1–2, pp. 421–441, mai. 2024, doi: 10.1007/s00170-024-13291-7.
- [3] M. Imran, S. Masood, M. Brandt, S. Bhattacharya, e J. Mazumder, «Direct metal deposition (DMD) of H13 tool steel on copper alloy substrate: Evaluation of mechanical properties», *Mater. Sci. Eng. -Struct. Mater. Prop. Microstruct. Process.*, vol. 528, n.º 9, pp. 3342–3349, abr. 2011, doi: 10.1016/j.msea.2010.12.099.
- [4] S. Kapil, F. Legesse, S. Negi, K. Karunakaran, e S. Bag, «Hybrid layered manufacturing of a bimetallic injection mold of P20 tool steel and mild steel with conformal cooling channels», *Prog. Addit. Manuf.*, vol. 5, n.º 2, pp. 183–198, jun. 2020, doi: 10.1007/s40964-020-00129-3.
- [5] J. Bennett, H. Liao, T. Buergele, G. Hyatt, K. Ehmann, e J. Cao, «Towards bi-metallic injection molds by directed energy deposition», *Manuf. Lett.*, vol. 27, pp. 78–81, jan. 2021, doi: 10.1016/j.mfglet.2021.01.001.
- [6] R. E. Petrusse e M.-C. Langa, «Enhancing Metal Forging Tools and Moulds: Advanced Repairs and Optimisation Using Directed Energy Deposition Hybrid Manufacturing», *Appl. Sci.*, vol. 14, n.º 2, Art. n.º 2, jan. 2024, doi: 10.3390/app14020567.