

“PEQUENOS GRANDES” RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS DE MANUFATURA ADITIVA

Marta Sousa

Unidade de Ambiente e Segurança do Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica

1. INTRODUÇÃO

A Manufatura Aditiva (MA), muitas vezes designada por impressão 3D, é definida pela ASTM Internacional (2012) como um processo de adição de materiais para produzir objetos a partir de um modelo 3D, geralmente camada a camada, contrastando com as metodologias de fabricação subtrativa. Reduzir os custos de material e simplificar os processos são duas das muitas vantagens da MA, atualmente vista como uma tecnologia emergente.

Apesar de contar com mais de 30 anos de existência, a impressão 3D parece só recentemente se ter popularizado e vê agora reconhecido todo o seu potencial, havendo quem afirme que irá mudar totalmente a forma como vemos os processos de manufatura e de design.

A impressão 3D tem várias aplicações, sendo uma solução interessante para áreas de atuação diversificadas como, por exemplo, a medicina, a indústria aeroespacial, a energia, a joalheria, a cosmética, o setor automóvel e a arquitetura. Com a atual disseminação das novas tecnologias, a manufatura aditiva está igualmente disponível em versões pensadas para o uso doméstico. Torna-se assim uma tecnologia acessível para quem queira investir €50 ou €50.000.

Dada a sua versatilidade, a Manufatura Aditiva já chegou a muitos locais de trabalho, apresentando novos desafios e oportunidades para trabalhadores e empregadores. Tem ainda proporcionado a criação de novos postos de trabalho, pois muitos foram os que decidiram criar o seu próprio negócio em casa ou em locais de trabalho informais. Consequentemente, esta tecnologia introduz novos desafios para a segurança e saúde ocupacionais. Apesar de todas as vantagens da impressão 3D, é possível apontar como desvantagem a falta de conhecimento e informações consistentes sobre os riscos ocupacionais associados e como controlá-los.

A utilização de diferentes materiais e processos de manufatura, faz com que a investigação sobre o impacto da MA na saúde e segurança dos trabalhadores tenha um âmbito alargado. É fundamental estudar os impactos na saúde provocados pelos produtos utilizados, definir os critérios de segurança dos equipamentos envolvidos, avaliar a toxicologia das emissões libertadas durante o processo de impressão, determinar as abordagens de gestão do risco, entre outros passos a dar para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores. Apesar desta investigação estar a dar os primeiros passos quando comparada com outras temáticas estudadas na higiene industrial, há já evidências acerca de alguns riscos ocupacionais introduzidos pela MA, nomeadamente o risco de exposição a nanomateriais. Este risco é considerado emergente pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (EU-OSHA), ficando claro que os postos de trabalho nos quais se desenvolve impressão 3D trazem inovação e desafios sob o ponto de vista tecnológico e de design, mas também sob o ponto de vista da segurança e saúde no trabalho.

2. A MANUFATURA ADITIVA

A manufatura através de processos aditivos reúne cada vez mais consenso acerca dos seus benefícios, nomeadamente relacionados com os custos, a celeridade, a customização e a possibilidade de aumentar a complexidade das peças criadas. Existe ainda quem refira a sustentabilidade como uma das vantagens desta produção, visto que, em certos casos, se verifica

um menor desperdício de material e um menor consumo energético. A EU-OSHA refere ainda, numa das suas publicações sobre esta matéria, que a impressão 3D fortalecerá a inclusão social, visto que com um investimento reduzido, qualquer pessoa poderá iniciar um pequeno negócio em sua casa, o que se tem revelado uma tendência crescente. Tudo o que é necessário é um computador, uma impressora 3D e uma conexão rápida à Internet. É igualmente necessário conhecimento acerca do design e prototipagem, que acaba por chegar através da internet e, por vezes, de uma forma gratuita. Assim, a Manufatura Aditiva tem contribuído para novos modelos de negócio.

Os processos de MA utilizam uma grande variedade de materiais, incluindo metais, cerâmicas, polímeros e compósitos. Para uso doméstico, os materiais plásticos continuam a ser os mais comuns, como é o caso do ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) e do PLA (ácido polilático). Quando pensamos no ambiente industrial, o leque de materiais utilizados para impressão 3D amplia significativamente. Ligas de alumínio, ligas de titânio, resinas epóxi, poliamida (por exemplo, nylon) são apenas alguns exemplos dos materiais que é possível utilizar como matéria-prima nestes processos.

Para além das suas vastas aplicações e variadas matérias-primas, existem diversos processos de manufatura aditiva, como, por exemplo, o jato de material, a fusão em leito de pó (na qual se incluem a sinterização seletiva por laser [SLS] e a sinterização direta de materiais por laser [DMLS]), a extrusão de material, a fotopolimerização (na qual se inclui a estereolitografia [SLA]), o jato de aglutinante e a deposição de energia. A Norma ISO 17296-2: 2015 apresenta uma visão geral das categorias dos processos de MA, evidenciando as suas diferenças e principais características. No entanto, é importante ter a consciência de que estes processos estão em permanente atualização e são sistematicamente aperfeiçoados, não podendo ser elencados de forma exaustiva e estrita.

Com esta abrangência de atuação, a manufatura aditiva parece responder a diferentes necessidades e expectativas, particularmente na indústria. No entanto, não podemos falar nas vantagens da MA sem reconhecer as mudanças profundas que traz a quem executa as tarefas de manufatura.

3. RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS ADITIVOS

A recente evolução (para muitos revolução) nos processos produtivos, tem vindo a gerar alterações profundas nos postos de trabalho, havendo mesmo quem tema a sua extinção. Se por um lado, as impressoras 3D permitem uma produção mais digital e menos manual, por outro também requerem conhecimento profundo ao nível do software e hardware. Por esse motivo, a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho acredita que a procura de trabalhadores e o número de postos de trabalho não irá diminuir significativamente, embora se verifique uma alteração nas competências requeridas e nas características dos postos de trabalho.

A mesma agência ressalva que estas alterações implicam necessariamente uma adequada e ponderada gestão dos riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores, que não deverá ser descuidada. Sendo a impressão 3D uma tecnologia emergente, torna-se fundamental conhecer em detalhe e estudar melhor os riscos que dela advêm, para que seja possível eliminá-los ou, se tal não for possível, minimizá-los.

À primeira vista, muitos dos riscos associados aos processos aditivos são semelhantes aos já estudados e avaliados nos processos subtrativos. É o caso do contacto com a eletricidade e do contacto com órgãos móveis dos equipamentos de trabalho. Porém, a configuração e as características das impressoras 3D são diferentes comparativamente com as máquinas de manufatura subtrativa, pelo que o resultado da avaliação dos riscos é necessariamente diferente.

Aquando da avaliação de riscos profissionais do trabalho com máquinas de impressão 3D é ainda importante considerar o risco de adoção de posturas de trabalho inadequadas, o risco de

incêndio/explosão e, no caso das impressoras que incorporam laser, a exposição a radiações não ionizantes. Acrescem ainda os riscos associados ao espaço de trabalho, como, por exemplo, o ambiente térmico e as condições de iluminância.

De referir ainda que estudos recentes evidenciam que durante os processos de impressão 3D são emitidos nanomateriais, com taxas de emissão variáveis, dependendo do processo, da temperatura aplicada e dos materiais utilizados. Para gerir este risco, é necessário compreender o que são nanomateriais e qual o seu impacto na saúde humana.

4. A EXPOSIÇÃO A NANOMATERIAIS DURANTE A MANUFATURA ADITIVA

Em 2011, a definição de nanomaterial (NM) foi publicada no Jornal Oficial da União Europeia União, afirmando que se trata de "um material natural, incidental ou fabricado que contém partículas num estado desagregado, ou na forma de agregado ou aglomerado, e em cuja distribuição número-tamanho 50% ou mais das partículas têm uma ou mais dimensões externas na gama de tamanhos compreendidos entre 1 e 100 nm". Os nanomateriais naturais estão presentes no planeta Terra há bilhões de anos, desempenhando um papel importante no ecossistema e na evolução do planeta. Para além destes, estão ainda presentes no ambiente os nanomateriais antropogénicos, que podem ser divididos em incidentais e manufaturados. Os primeiros são produzidos involuntariamente pelos humanos, desde o início da nossa espécie. Por outro lado, os nanomateriais manufaturados (MNM), intencionalmente produzidos pelo Homem, têm menos de um século de existência.

O facto de os nanomateriais estarem em praticamente toda a parte e de não serem vistos, dada a sua reduzida dimensão, aumenta as preocupações com a segurança e com eventuais impactos na saúde humana. Fundamentalmente devido ao seu tamanho e características (como a área de superfície e a massa), alguns nanomateriais têm a capacidade de entrar na corrente sanguínea através dos alvéolos e penetrar nas barreiras biológicas, interagindo com o DNA e proteínas e, consequentemente, induzindo resposta inflamatória e/ou efeitos tóxicos em humanos. Adicionalmente, sabe-se que os nanomateriais incidentais ocupacionais têm normalmente origem em processos industriais que requerem alta temperatura ou energia massiva, como a manufatura aditiva, uma vez que utiliza, por exemplo, feixe de eletrões e laser como fontes de calor. Assim sendo, o aumento do conhecimento sobre como proteger os trabalhadores expostos a nanomateriais em ambientes de MA é fundamental.

A abordagem comum da higiene industrial seria definir os valores limite de exposição ocupacional, como acontece no caso da exposição a partículas de maior dimensão. No entanto, até ao momento, não existem valores de referência para a maioria dos nanomateriais. Esses limites têm sido particularmente difíceis de estabelecer devido à falta de informações toxicológicas, considerações sobre as métricas a serem utilizadas, elevada diversidade de materiais usados e incertezas sobre as propriedades das partículas quando se encontram em escala nanométrica. Como consequência, existem diversos estudos que propõem diferentes abordagens para a gestão do risco de exposição a nanomateriais. No entanto, até ao momento, ainda se verifica a escassez de métodos padronizados e sistemáticos para a gestão deste risco, sendo necessária mais investigação nesta área.

Por enquanto, na ausência de informação adicional, as medidas de controlo do risco de exposição a nanomateriais na impressão 3D mais comuns são: a contenção na fonte (sistemas, máquinas e processos fechados); os sistemas de aspiração, nomeadamente com recurso a filtros de partículas de ar de alto rendimento (HEPA) ou filtros de ar de penetração ultra baixa (ULPA); a redução do número de pessoas potencialmente expostas e da duração da exposição; e, por último, o recurso a equipamentos de proteção individual.

4. CONCLUSÃO

A manufatura aditiva é uma tecnologia emergente, baseada na adição de materiais para produção de objetos a partir de um modelo 3D. Esta tecnologia permite a obtenção de peças, frequentemente com elevado nível de complexidade, podendo recorrer a diversas matérias-primas e diferentes técnicas de impressão.

As vantagens dos processos aditivos são variadas, razão pela qual são cada vez mais comuns em ambientes industriais. Por esse motivo, é fundamental uma adequada gestão dos riscos profissionais que advêm desta atividade, com o objetivo de proteger a segurança e saúde dos trabalhadores. Estes riscos vão desde os mais evidentes, como o contacto com a eletricidade, até aos riscos menos estudados, como a exposição a nanomateriais emitidos durante os processos de impressão. Este último, trata-se de um risco emergente, de acordo com a EU-OSHA, ao qual deve ser dada particular atenção, sendo necessário aumentar a investigação e o conhecimento nesta área.

5. AGRADECIMENTOS

Este artigo decorre dos trabalhos realizados no âmbito do projeto InovKnow3D, promovido pelo CATIM, com a referência LISBOA-01-0246-FEDER-036367, financiado pelo Programa LISBOA2020, no âmbito do Portugal2020, através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).

BIBLIOGRAFIA

Cornelissen I R, Jongeneelen F, Van Broekhuizen P, and Van Broekhuizen F. 2011. Guidance working safely with nanomaterials and nanoproducts, the guide for employers and employees. 1-17.

European Commission. 2011. Commission Recommendation of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial. Off. J. Eur. Union. L 275/38, 38–40.

Erbis S, Ok Z, Isaacs J A, Benneyan J C and Kamarthi S. 2016., Review of Research Trends and Methods in Nano Environmental, Health, and Safety Risk Analysis. Risk Anal. 36 (8), 1644–1665.

International Organization for Standardization. (2015). Additive manufacturing - General principles - Part 2: Overview of process categories and feedstock. (ISO Standard No. 17296-2:2015).

National Institute for Occupational Safety and Health. (2009). Approaches to Safe Nanotechnology: Managing the Health and Safety Concerns Associated with Engineered Nanomaterials. Prospects. <https://doi.org/10.1007/s11125-005-4273-1>

Sousa, M., Arezes, P., & Silva, F. (2019). Nanomaterials exposure as an occupational risk in metal additive manufacturing. Journal of Physics: Conference Series, 1323(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1323/1/012013>

World Health Organization. (2017). WHO guidelines from potential risks on protecting workers of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization. Retrieved from http://www.who.int/occupational_health/publications/manufactured-nanomaterials/en/