

MAPEAMENTO DE PARÂMETROS PARA MINIMIZAR O SUPERAQUECIMENTO NA FABRICAÇÃO DE COMPONENTES METÁLICOS POR MANUFATURA ADITIVA EM LMD (*LASER METAL DEPOSITION*)¹

Max Vitor Waltrick², Danielle Bond³.

¹ Vinculado ao projeto “Estudo do Processamento de Ligas Metálicas com Nanopartículas Utilizando Plasma por Arco Transferido (PTA) para Manufatura Aditiva”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT – Bolsista PROBIC

³ Orientador, Departamento de Engenharia de Produção – CCT – danielle.bond@udesc.br

O processo de Manufatura Aditiva (MA) é definido como a mistura de materiais para fabricar peças a partir de dados de um modelo 3D, geralmente camada sobre camada (ISO/ASTM, 2015). Atualmente há uma grande variedade de processos de manufatura aditiva de metais. No LMD, variante do processo DED (*Direct Energy Deposition*), a energia térmica do feixe de laser é utilizada para fundir o pó metálico à medida que é depositado na poça de fusão por meio de bicos injetores instalados no cabeçote, dispositivo que entrega energia e matéria-prima à poça de fusão (ASTM, 2016). Como afirmado por Zheng et al. (2008), em pequenas peças depositadas pode ocorrer o superaquecimento, originando taxas de resfriamento dependentes do número de camadas depositadas. O presente trabalho tem como objetivo mapear os parâmetros de deposição do aço inoxidável austenítico AISI 316L com técnicas de manufatura aditiva em LMD para analisar a influência na microestrutura e propriedades mecânicas. Foram construídas três formas prismáticas em aço AISI 316L sobre substrato AISI 304 por LMD com variação na taxa de sobreposição entre cordões de 30, 35 e 40%. As peças com dimensões aproximadas de 25,4 mm na base x 12,7 mm de comprimento x 12,7 mm de altura foram depositadas utilizando potência do laser de 1000 W, velocidade de deposição de 1082,84 mm/min e vazão de pó de 13 g/min.

Para definir parâmetros adequados de sobreposição entre cordões para a construção das formas prismáticas, foram depositadas pequenas áreas, variando a taxa de sobreposição entre 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45%. Abaixo de 30% foi encontrada falta de fusão entre os cordões e com 45% observou-se falta de fusão com o substrato e formação de uma rampa inclinada com os últimos cordões depositados. A partir desses resultados, decidiu-se utilizar sobreposição de 30, 35 e 40%. Após a deposição das formas prismáticas, foi quantificado a porosidade em cada peça. Através do método de análise por imagem, foi observada porosidade de 0,06, 0,08 e 0,04% para taxas de sobreposição de 30, 35 e 40%. Não foi encontrada correlação entre o aumento/diminuição da porosidade e a variação da taxa de sobreposição nos cordões. Sugere-se que a variação da taxa de sobreposição entre cada forma prismática tenha sido pequena demais, ao ponto de não ter influenciado diretamente na formação de poros. Foi obtido ao longo da direção de construção na seção transversal de cada uma das três peças depositadas os perfis de dureza, Figura 1. As formas prismáticas depositadas apresentaram microdureza mais elevada na região da base, diminuindo gradativamente ao longo da altura. Esta variação na dureza pode estar relacionada à velocidade de solidificação da poça de fusão, resultado da alteração da taxa de resfriamento na peça ao decorrer do processo de deposição. À medida que camadas adjacentes foram depositadas, ocorreu o aumento da temperatura da peça e do substrato, ocasionando a solidificação mais lenta da poça de fusão e, portanto, diminuindo a taxa de resfriamento da peça naquela região e consequentemente diminuindo a dureza.

A partir das micrografias capturadas nas seções transversais, foi possível observar microestrutura heterogênea, com formação de estruturas colunares, celulares e dendríticas em uma mesma região (Figura 2) decorrentes da grande variação da taxa de resfriamento no processo de deposição. A distribuição não uniforme do escoamento de calor pode ter sido contribuída pelo padrão de deposição utilizado, rotacionando 45 graus entre camadas. Observou-se também matriz austenítica com ferrita- δ no espaçamento interdendrítico. De acordo com Tascioğlu, Karabulut e Kaynak (2020) a ferrita- δ surge em função da rápida solidificação durante a deposição e a presença de elementos químicos como Si, Cr e Mo. Segundo Yadollahi et al. (2015) a diminuição da taxa de transferência de calor durante a deposição implica em uma menor velocidade de solidificação da poça de fusão, favorecendo a redução da concentração de ferrita. O decréscimo de dureza ao longo da altura da peça pode estar relacionado à diminuição da concentração de ferrita- δ que é mais dura que a austenita. Como visto nos perfis de dureza, Figura 1, apesar da tendência decrescente das três curvas, houve variação da microdureza em regiões localizadas ao longo da altura, que podem estar relacionados à microestrutura heterogênea.

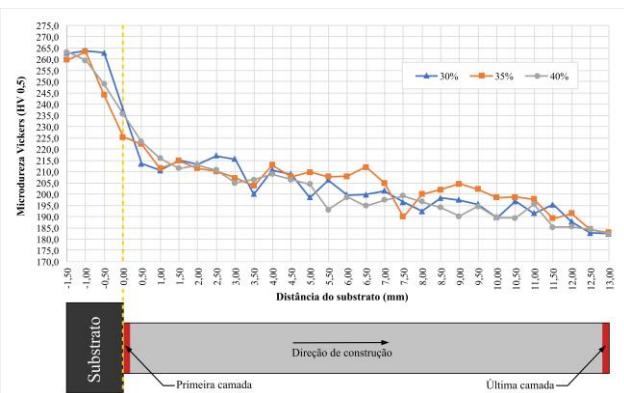


Figura 1. Perfil de dureza ao longo da direção de construção das amostras com 30, 35 e 40% de sobreposição.

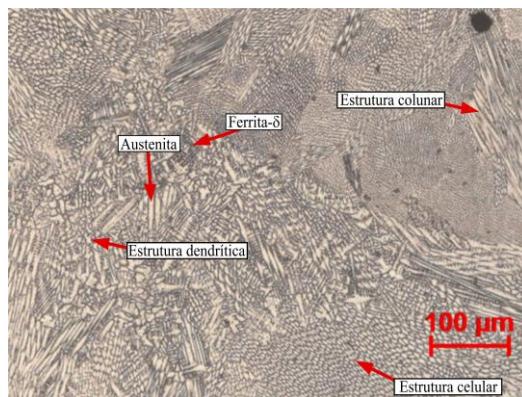


Figura 2. Micrografia obtida na seção transversal da forma prismática depositada com taxa de sobreposição de 40%.

Palavras-chave: Manufatura aditiva. DED (*Direct Energy Deposition*). AISI 316L.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO); AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ISO/ASTM 52900-15, Standard Terminology for Additive Manufacturing – General Principles – Terminology, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM F3187-16: Standard Guide for Directed Energy Deposition of Metals, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

ZHENG, B. et al. Thermal Behavior and Microstructural Evolution during Laser Deposition with Laser-Engineered Net Shaping: Part I. Numerical Calculations. **Metallurgical and Materials Transactions A**, v. 39, p. 2228–2236, jun. 2008.

TASCIÖĞLU, E.; KARABULUT, Y.; KAYNAK, Y. Influence of heat treatment temperature on the microstructural, mechanical, and wear behavior of 316L stainless steel fabricated by laser powder bed additive manufacturing. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 107, p. 1947-1956, mar. 2020.

YADOLLAHI, A. et al. Effects of process time interval and heat treatment on the mechanical and microstructural properties of direct laser deposited 316L stainless steel. **Materials Science & Engineering: A**, v. 644, p. 171-183, set. 2015.