

# Projeto de Controle de Impressoras 3D Baseadas na Tecnologia de Fusão Seletiva a Laser

Proposta de dissertação de mestrado  
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Artur de Andrade  
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Juan Pagano

## 1 Informações gerais

**Área de concentração:** sistemas de controle

**Início:** julho/2019

**Previsão de término:** fevereiro/2021

## 2 Introdução

Manufatura aditiva é um conjunto de tecnologias usadas para se fabricar objetos sólidos tri-dimensionais (3D) a partir de uma abordagem camada a camada [5]. Os objetos podem ter geometrias complexas e serem compostos uma grande variedade de materiais, como por exemplo polímeros, metais, cerâmicas e magnésio.

A fusão seletiva a laser é uma técnica de manufatura aditiva que utiliza raio laser para fundir, de forma seletiva, materiais em pó. Impressoras 3D baseadas nesta tecnologia (veja a Figura 1) consistem de uma plataforma de construção, um sistema de deposição de pó e um laser com um sistema de lentes. O sistema de deposição de pó é utilizado para depositar uma camada do material em pó na plataforma de construção. A partir de fontes de dados gerados por computador, o laser é guiado sobre a plataforma de construção para aquecer e fundir o pó, transformando-o em um objeto sólido. Uma vez que o pó tenha sido solidificado, a plataforma de construção é rebaixada a uma distância que é igual à espessura da camada. O sistema de distribuição de pó deposita mais material sobre a plataforma, que é, em seguida, aquecido pelo laser, e todo esse processo é repetido até que a última camada tenha sido concluída. O número de camadas depende do tamanho do objeto e da potência do laser de sinterização.

A manufatura aditiva está indo além da prototipagem e provando ser um método de produção viável para algumas peças de maior valor agregado. Isto se deve principalmente a grande variedade de materiais (incluindo polímeros, metais e cerâmicas) que podem ser utilizados para fabricação e a facilidade de desenvolver produtos com geometria complexa. Diversas aplicações podem ser encontradas na indústria automobilística, aeroespacial e biomédica [3, 4, 5, 7]. Comparada com métodos de fabricação convencional, como por exemplo fresamento e torneamento, a fusão seletiva a laser é mais sustentável do ponto de vista ambiental, pois minimiza o uso de ferramentas, resíduos de materiais e fluidos químicos [6].

Embora a manufatura aditiva tenha um futuro promissor como tecnologia avançada capaz de manufaturar produtos a partir do pó, sistemas baseados nessa tecnologia são complexos e ainda requerem pesquisa para garantir que os produtos fabricados possuam propriedades mecânicas equivalentes ou superiores àqueles produzidos por métodos de manufatura convencional [2]. Algumas limitações deste método são rugosidade da superfície, deformação, porosidade e quebra da peça devido ao elevado gradiente de temperatura durante a fusão/sinterização e solidificação. Para reverter estas limitações, diversas variáveis devem ser mantidas em seu ponto de operação ótimo durante a sinterização, como por exemplo, a potência e velocidade de varredura do laser de sinterização, e espessura e preaquecimento da camada de pó.

O objetivo deste projeto é desenvolver sistemas de controle para impressoras 3D baseadas na fusão seletiva a laser. Os resultados serão apresentados, sempre que possível, de maneira generalizada, a fim de gerar resultados de interesse para uma parcela significativa da comunidade científica. Esta proposta de pesquisa se origina no contexto de um trabalho que está sendo realizado com a empresa Alkimat Tecnologia Ltda [1], que visa o controle e otimização do

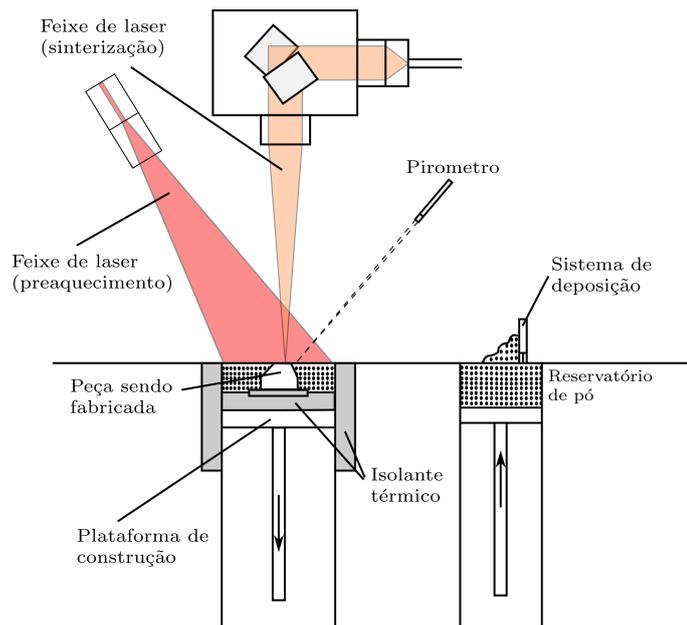


Figura 1: Esquemático de uma impressora 3D baseada na fusão seletiva a laser.

processo de manufatura aditiva (impressão 3D), baseado no método de fusão seletiva a laser. Esta empresa é pioneira na América latina no desenvolvimento de impressoras 3D baseadas nessa tecnologia.

Este trabalho envolverá teoria e prática. Os resultados serão validados experimentalmente em protótipos e equipamentos disponíveis na Universidade e na Alkimat. Além disso, durante o período das atividades o estudante de mestrado realizará visitas técnicas na empresa para o acompanhamento da fabricação de impressoras 3D baseadas na tecnologia de fusão seletiva a laser e levantamento das especificações de desempenho dos sistemas de controle.

## Referências

- [1] F. de O. Carvalho, G. A. de Andrade, D. J. Pagano, e J. M. Mascheroni. Controle de temperatura robusto para sistemas de sinterização seletiva a laser utilizando funções de transferência irracionais. Em *Atas do XXII Congresso Brasileiro de Automática*, 2017.
- [2] S. Das. Physical aspects of process control in selective laser sintering of metals. *Advanced engineering materials*, 5:701–711, 2003.
- [3] Y.-C. Hagedorn, J. Wilkes, W. Meiners, K. Wissenbach, e R. Poprawe. Net shaped high performance oxide ceramic parts by selective laser melting. *Physics Procedia*, 5:587–594, 2010.
- [4] J. P. Kruth, P. Mercelis, J. V. Vaerenbergh, e M. Froyen, L. nd Rombouts. Binding mechanisms in selective laser sintering and selective laser melting. *Rapid Prototyping Journal*, 11:26–36, 2005.
- [5] M. M. Savalani e J. M. Pizarro. Effect of preheat and layer thickness on selective laser melting (SLM) of magnesium. *Rapid Prototyping Journal*, 22:115–122, 2016.
- [6] C. Telenko e C. C. Seepersad. A comparison of the energy efficiency of selective laser sintering and injection molding of nylon parts. *Rapid Prototyping Journal*, 18:472–481, 2012.
- [7] J. M. Williams, A. Adewunmi, R. M. Schek, C. L. Flanagan, P. H. Krebsbach, S. E. Feinberg, S. J. Hollister, e S. Das. Bone tissue engineering using polycaprolactone scaffolds fabricated via selective laser sintering. *Biomaterials*, 26:4817–4827, 2005.