



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3203

1. Fundamentos e conceitos em Manufatura aditiva e impressão 3D

GRUPO - 5

Luísa Mendes Heise - 10705784

Bruno Antonio Salhani Ferrari - 10771177

Isadora Bisognin - 10771347

Yuichi Tokumoto - 10770878

Luan Rocha Moraes - 10771135

2020.1

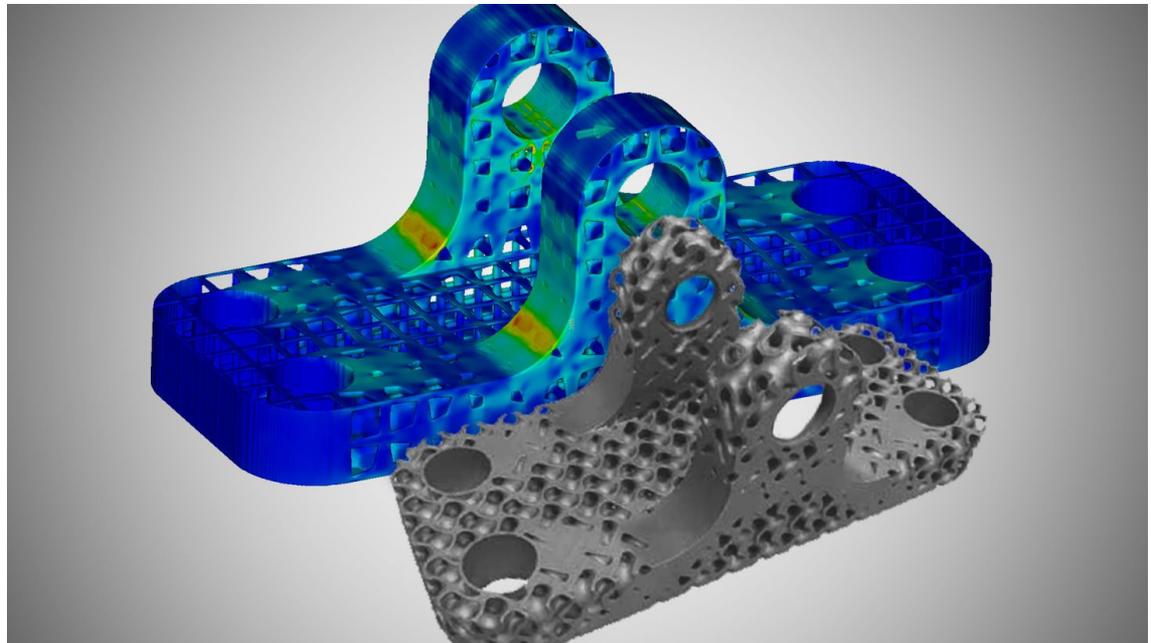


Introdução

A Manufatura aditiva vem inovando o modo de fabricação de produtos finais e protótipos.

Devido às suas singularidades, ela tem conquistado bastante espaço e mostrado grande valor nas áreas de desenvolvimento de produtos, prototipagem e até no setor de saúde.

- Materiais: cerâmicas, polímeros, metais, compósitos, materiais biológicos





Objetivos

Nesta apresentação, serão apresentados:

- Fundamentos e conceitos de manufatura aditiva
- Impressão 3D
- Funcionamento desses modos de fabricação
- Vantagens de desvantagens



Definição

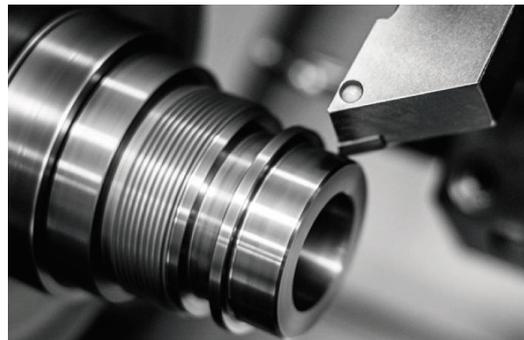
- Damos o nome de manufatura aditiva aos processos nos quais a produção é feita camada por camada, adicionando material até formar o produto final
- O processo de Manufatura Aditiva é o popularmente conhecido como Impressão 3D





Manufatura Subtrativa x Aditiva

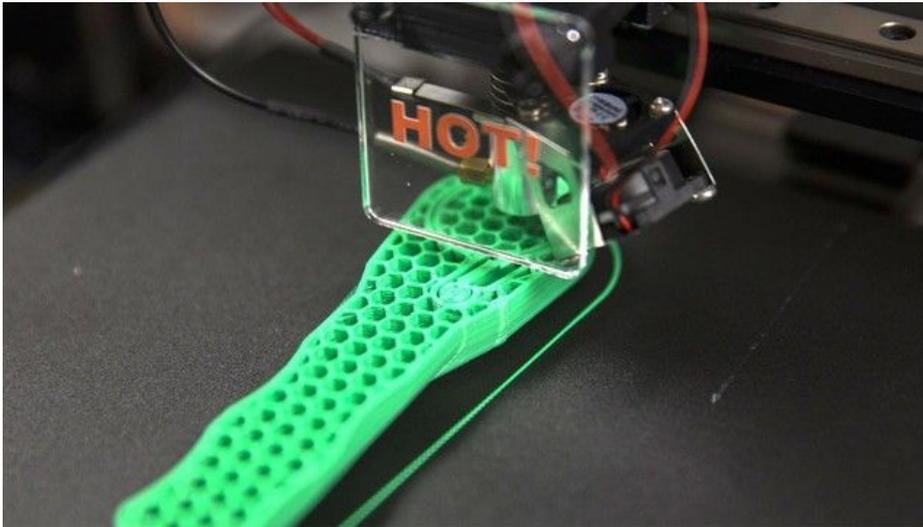
- Os processos de manufatura tradicionais, usualmente, partem de uma peça maior e, retirando o material em excesso, por exemplo, através de usinagens





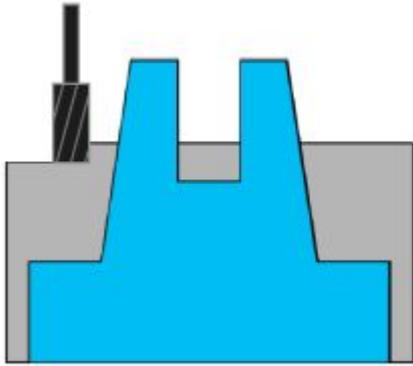
Manufatura Subtrativa x Aditiva

- Por outro lado, na manufatura aditiva fazemos o contrário
- O produto é construído a partir da adição sucessiva de material, camada por camada, até chegar no produto final



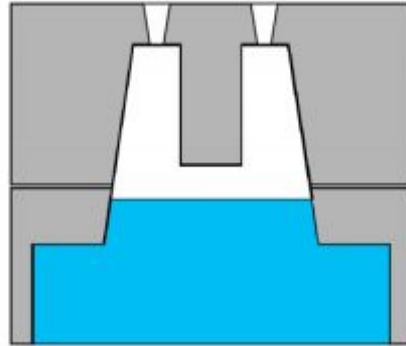


Subtrativos



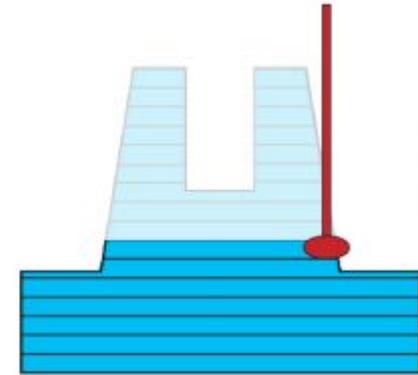
- Remoção de material
- Semi-acabados
- Utilização de ferramentas
- CAD-CAM opcional

Conformação



- Utilização de moldes e matrizes
- Engloba forja, estampagem, fundição, solda, injeção, metalurgia do pó etc

Aditivos



- Material aplicado em camadas
- Sem moldes ou ferramentas
- CAD-CAM obrigatório



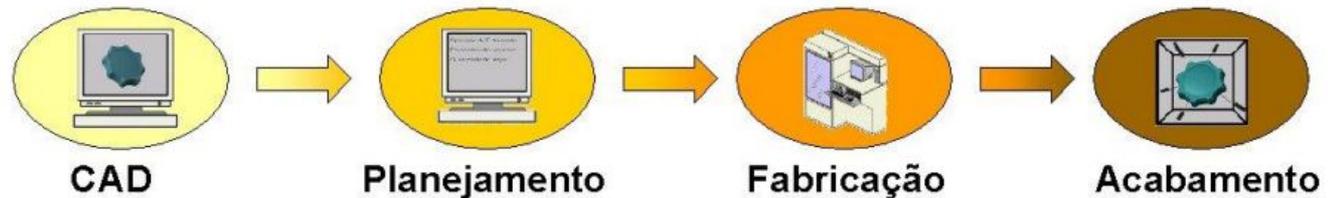
Etapas gerais

1. CAD
2. Planejamento
 - a. Verificação do arquivo
 - b. Orientação do objeto
 - c. Definição de suportes
 - d. Definição de parâmetros

3. Fabricação

4. Acabamento

- a. Limpeza
- b. Polimento
- c. Lixamento
- d. Jateamento de areia
- e. Pintura





Principais Vantagens e Desvantagens da Manufatura Aditiva

- Vantagens
 - Menor volume de peças - moldes são caros
 - Peças mais personalizadas
 - Globalização - compartilhar projetos (CAD)
 - Comando da produção à distância
 - Não precisa de concentração da produção em larga escala e trabalhar com logística
 - Escalas mais baixas e transporte do arquivo - ainda não é realidade do ponto de vista comercial
 - Redução do material não aproveitado - pouco desperdício



Principais Vantagens e Desvantagens da Manufatura Aditiva

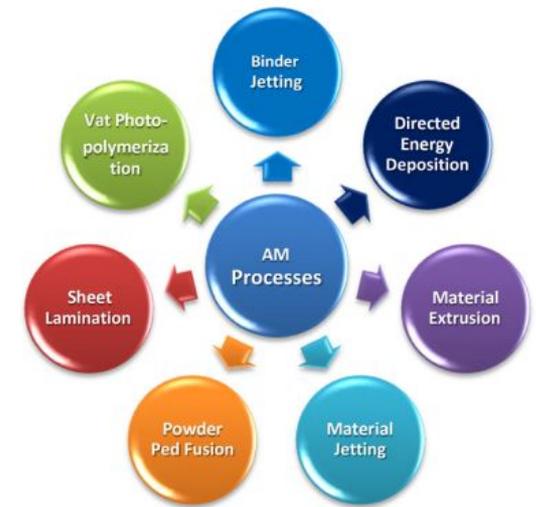
- Desvantagens
 - Perda de resistência à tração
 - Investimento alto para máquinas que usam metal
 - Não servem para todos os casos
 - Processo lento em comparação a métodos tradicionais (velocidade x qualidade)
 - Necessidade de conhecimento técnico em CAD
 - Pode ser necessário processamentos posteriores ou acabamentos
 - Normalmente há limitação do tamanho do item



Tipos de Impressão 3D - Manufatura Aditiva

Com base no padrão **ISO/ASTM 592000:2015**, os processos de manufatura aditiva podem ser classificados em sete categorias:

1. jato de ligantes (binder jetting);
2. deposição direta de energia (directed energy d
3. extrusão de material (material extrusion);
4. jato de material (material jetting);
5. fusão em leito de pó (powder bed fusion);
6. laminação de folhas (sheet lamination);
7. cuba de fotopolimerização (vat photopolymerization);



Fonte: Lee 2017 [1]

obs: tradução livre



Jato de Ligantes (Binder Jetting)

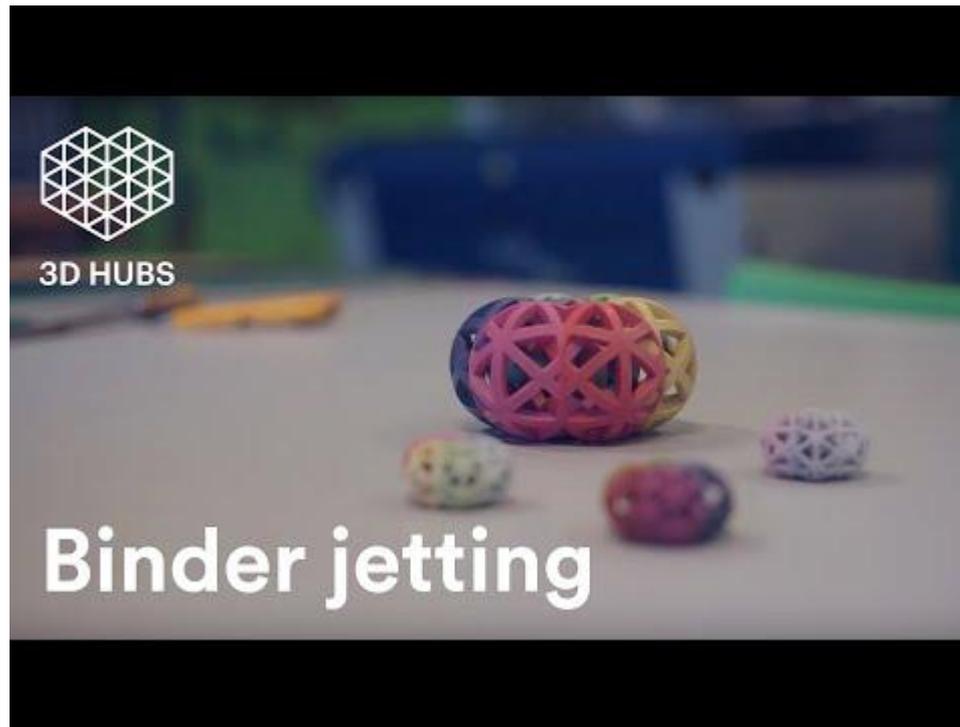
O jato de ligantes é um processo em que partículas de pó são unidas com a deposição de um agente de ligação líquida, criando uma estrutura tridimensional com as partículas coladas. As vantagens incluem:

- liberdade de projeto,
- grandes volumes de construção;
- alta velocidade de impressão;
- custo relativamente baixo

Materiais como cerâmica, metal, vidro, areia e polímeros podem ser impressos usando essa técnica.



Jato de Ligantes (Binder Jetting)



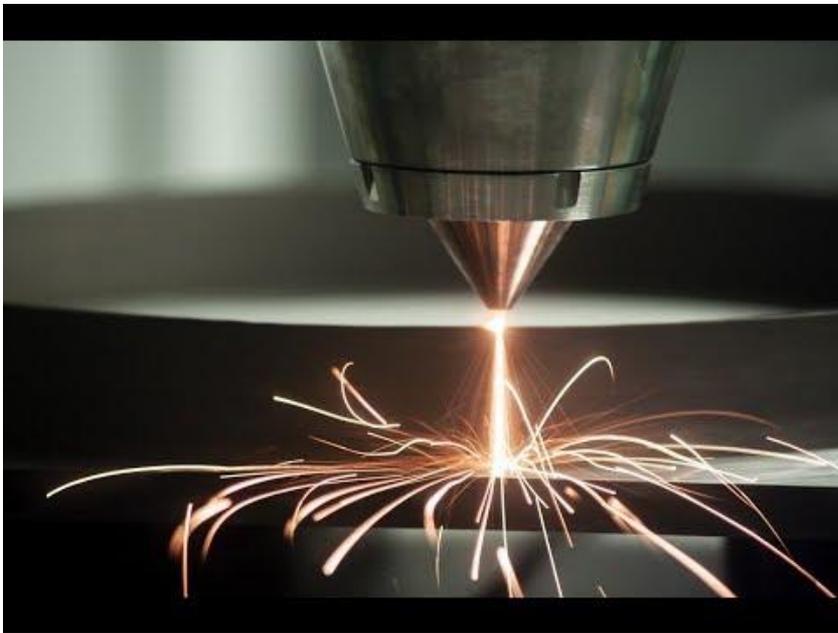


Deposição Direta de Energia (Directed Energy Deposition)

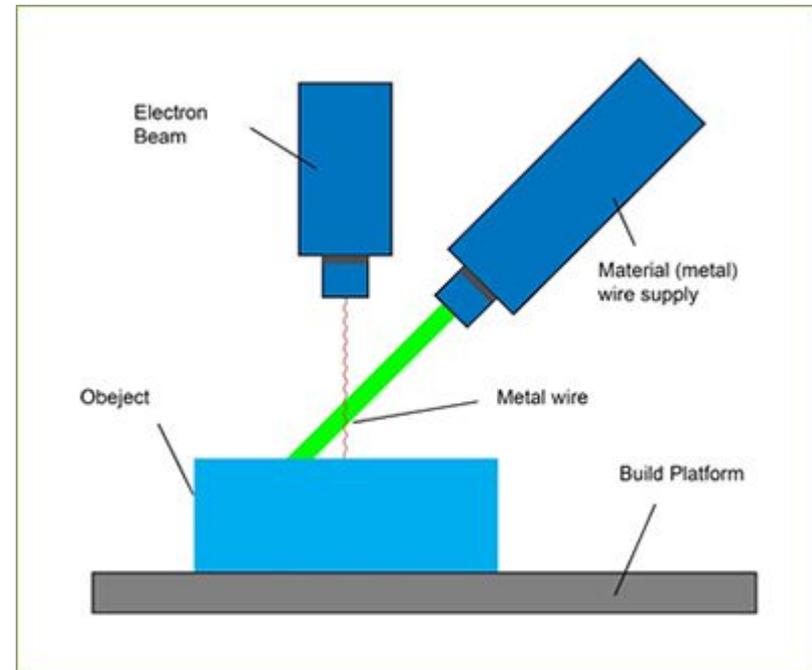
- A deposição direta de energia é um dos processos aditivos de fabricação nos quais a energia é direcionada para uma pequena região para derreter o material que está sendo depositado.
- A quantidade de pó de metal depositado é função da resolução/detalhes que se quer ter na peça.
- Um laser de alta densidade de potência é focado em fluxo contínuo de pó metálico que é depositado no substrato em que se quer fazer a adição.



Deposição Direta de Energia (Directed Energy Deposition)



<https://www.youtube.com/watch?v=oL7bMhPTtDI>



<https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/directedenergydeposition/>

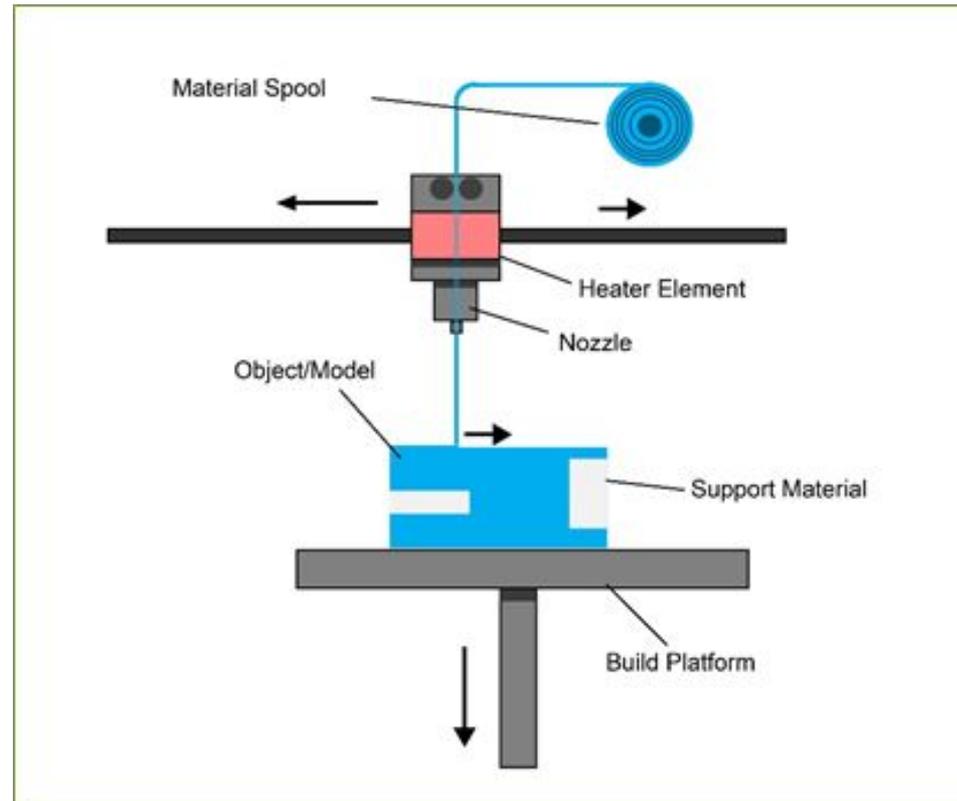


Extrusão de Material (Material Extrusion)

- Na extrusão de material, o material é empurrado para fora através de um bico quando pressão constante é aplicada.
- O material extrudado derrete e, depois, é depositado e solidifica em um substrato
- Devem ser tomados cuidados no resfriamento para que o material não deforme.
- A velocidade do bico e a taxa de deposição devem ser cuidadosamente definidas para que não ocorram deformações



Extrusão de Material (Material Extrusion)



<https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/materialextrusion/>



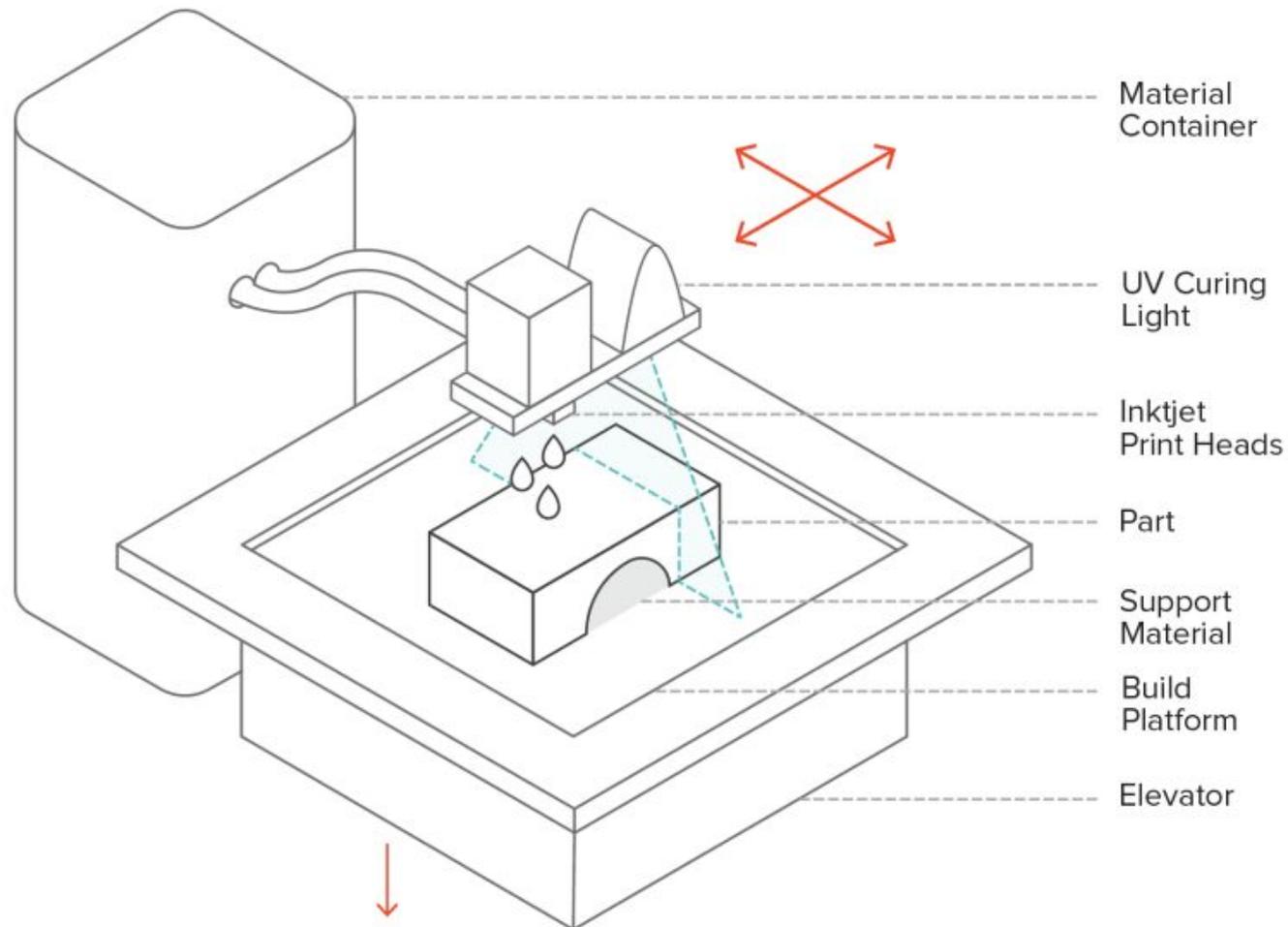
Jato de Material (Material Jetting)

- Tecnologia de impressão 3D
- Técnica de impressão 3D no qual utiliza-se:
 - i. fotopolímero líquido
 - ii. luz uv
- Constrói peças usando gotículas de fotopolímero líquido que são solidificadas com luz UV



Jato de Material (Material Jetting)

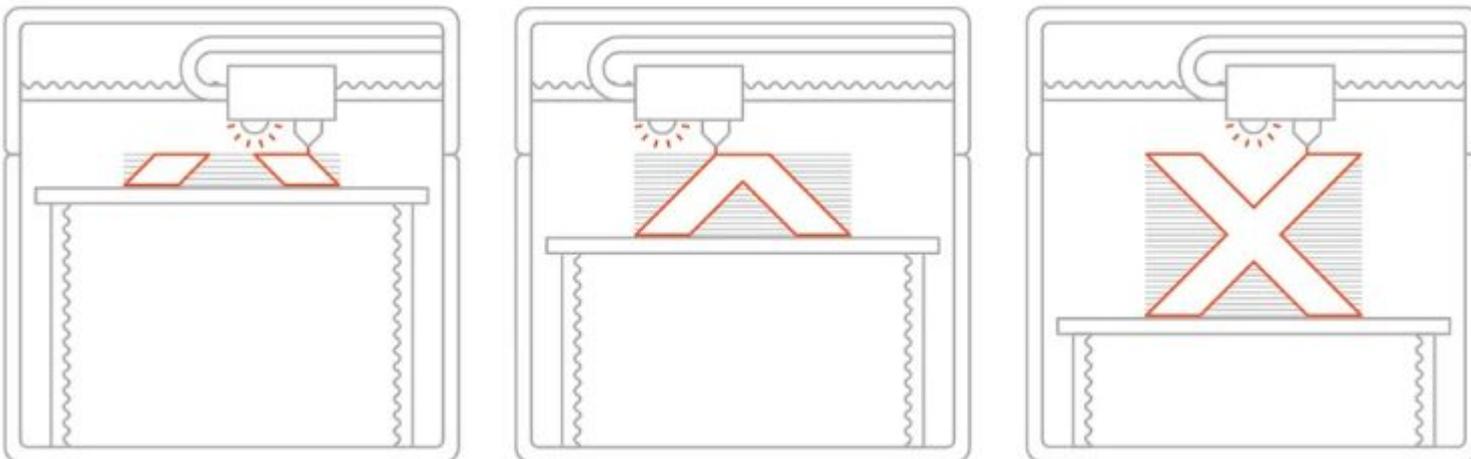
- Principais componentes:





Jato de Material (Material Jetting)

- Várias cabeças de impressão depositam gotículas em uma linha do eixo X, que digitaliza para frente e para trás ao longo do eixo Y
- Processo repetido em camadas até que o objeto esteja concluído.





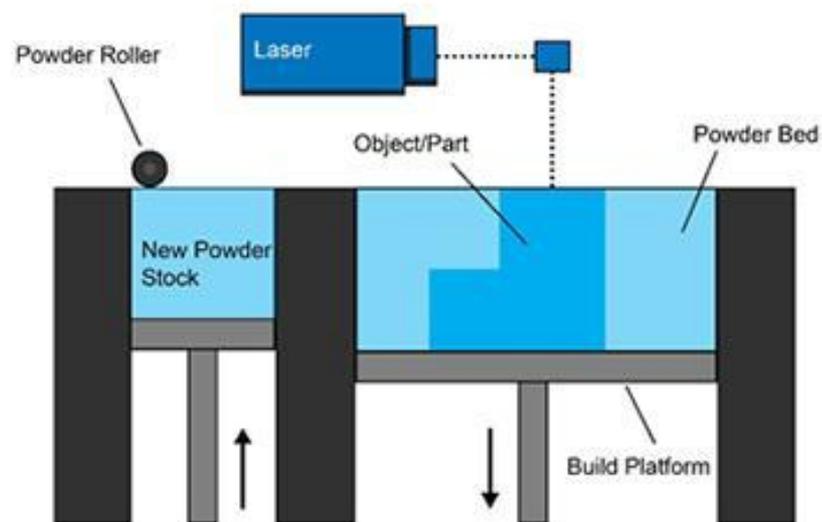
Fusão em Leito de Pó (Powder Bed Fusion)

- Processo que consiste em fundir camadas sequenciais de um leito metálico com um feixe de laser criando peças tridimensionais
- Materiais: Qualquer material à base de pó, mas metais e polímeros comuns usados são: Nylon, aço inoxidável, titânio, alumínio, cromo cobalto.
- Técnicas de impressão: sinterização direta a laser de metal (DMLS), fusão por feixe de elétrons (EBM), sinterização seletiva por calor (SHS), fusão seletiva a laser (SLM) e sinterização seletiva a laser (SLS).



Fusão em Leito de Pó (Powder Bed Fusion)

- 1 - Uma camada de material é espalhada sobre a plataforma
- 2 - Laser funde a primeira camada
- 3 - Nova camada de pó é espalhada pela camada anterior
- 4 - Outras camadas ou seções transversais são fundidas e adicionadas

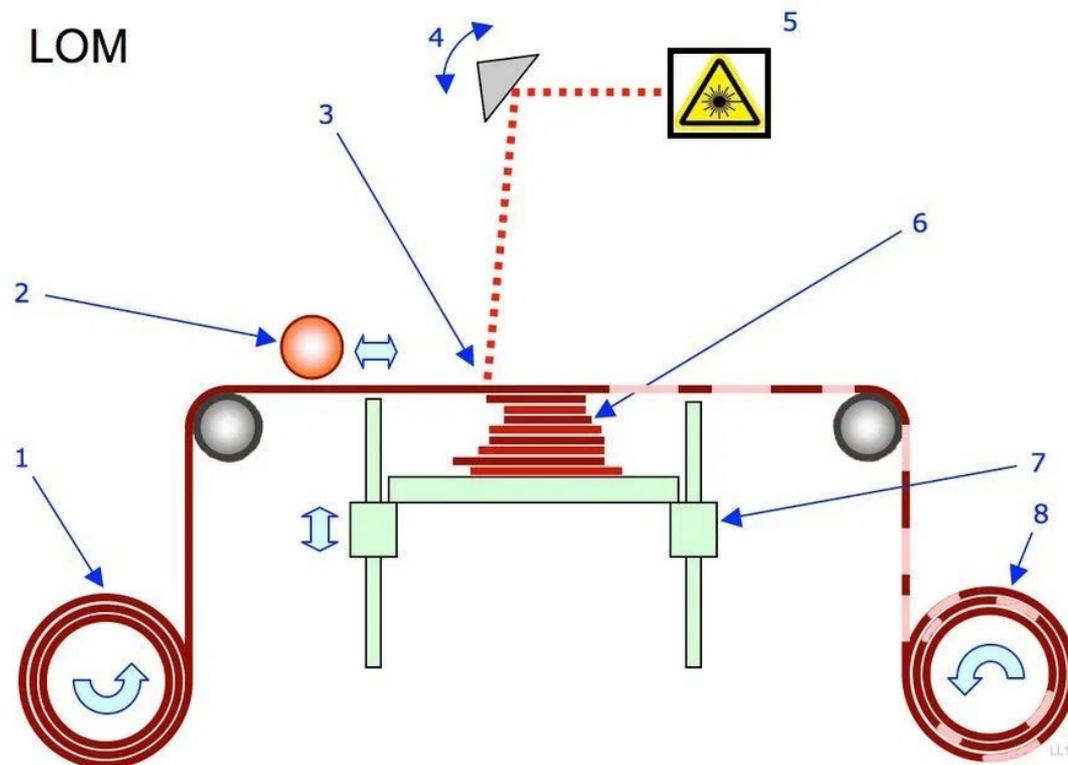




Laminação de Folhas (Sheet Lamination)

LOM (Manufatura de Objeto Laminado)

- Falta Precisão e Durabilidade → Prototipação rápida
- Matéria Prima: Papel e Cola
- Tecnologia de Corte a Laser

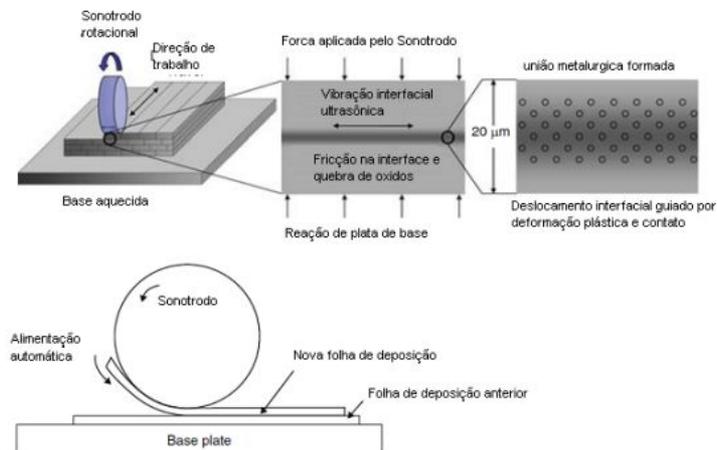




Laminação de Folhas (Sheet Lamination)

UAM (Manufatura Aditiva Ultrasônica)

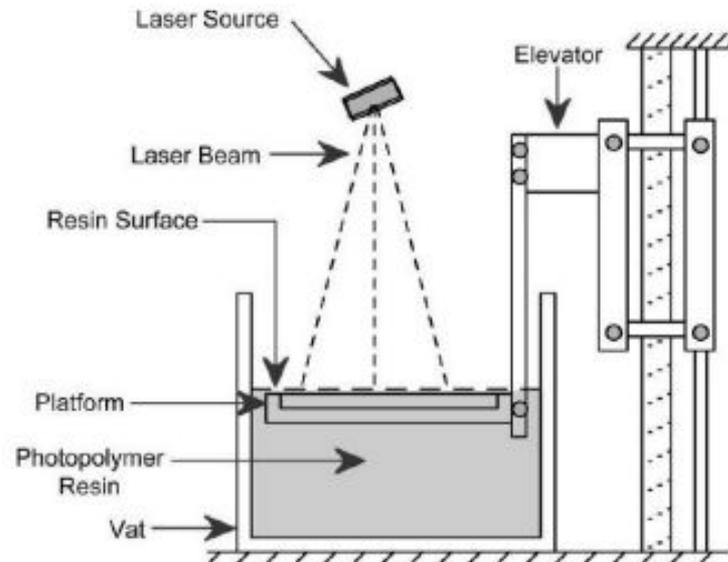
- Para Metais
- Baixa temperatura comparado a outros processos de fusão de metais
- Matéria Prima: Lâminas ou fitas metálicas
- Tecnologia de Soldagem Ultrassônica
- Necessita de processos de usinagem posteriores





Cuba de Fotopolimerização (Vat Photopolymerization)

- Alta Precisão e Rápido
- Precisa de Pós Processamento
- Matérias Primas: Cerâmicas e Polímeros
- Luz ultravioleta endurece a resina (polimerizável)





Extra - Bio-3D printing - Impressão de materiais biológicos

Atualmente, alguns tecidos duros podem ser fabricado com materiais biônicos por impressora 3D, e foram utilizados em ensaios clínicos.

Tecidos biológicos complexos (com vários tipos de célula) ainda não são uma realidade, **não são fabricados**, mas se aproximam rapidamente.

Atualmente, existem quatro tipos de tecnologia de bio-impressão derivada de manufatura aditiva básica:

1. por válvula (valve-based)
2. jato de tinta direto (direct inkjet)
3. acústico (acoustic)
4. mediado por laser (laser-mediated)



Extra - Bio-3D printing - Impressão de materiais biológicos

Uma matriz extracelular fornece suporte estrutural e bioquímico para o crescimento celular e é composta por muitos tipos de proteínas e glicanos.

Com alta resolução, a impressão 3D **poderia** ser usada para imprimir andaimes que imitam estrutura e ambiente in vivo dos tecidos.

Assim existe a pavimentação de um caminho para o futuro de Impressão 3D de órgãos



Extra - Bio-3D printing - Impressão de materiais biológicos

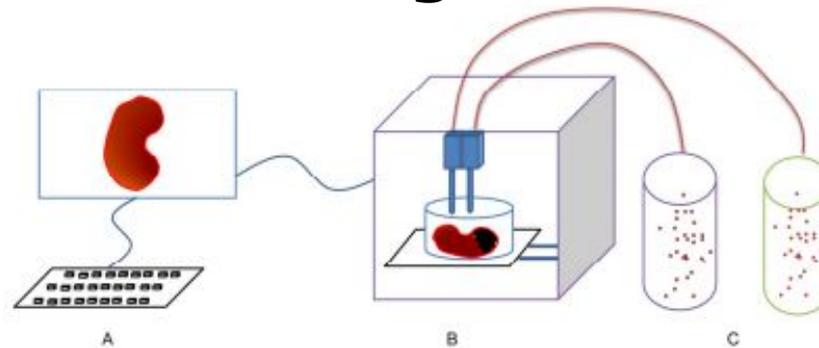


Figure 1 The diagram of ideal 3D bio-printing. A, Server, which is responsible for designing the model. B, 3D bio-printer, the main facility responsible for printing. C, The sources of different types of cells.

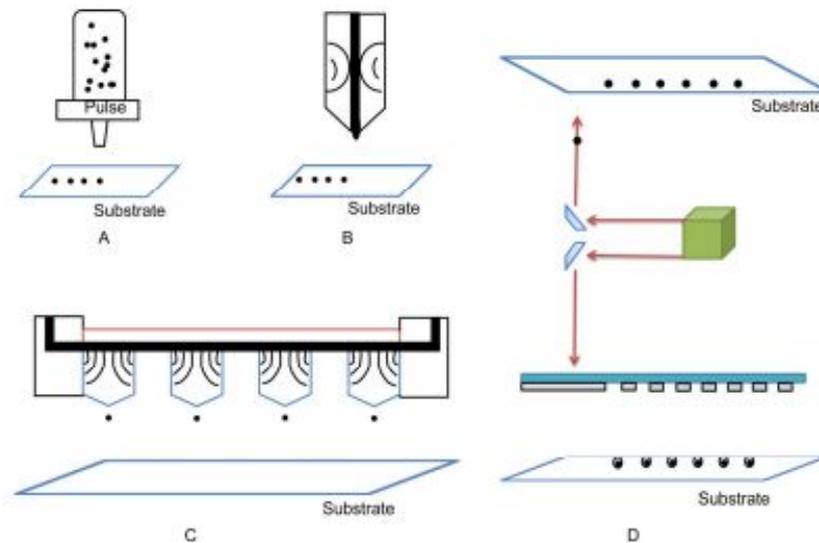


Figure 2 Four types of 3D bio-printing technology for depositing cells. A, Valve-controlled 3D bio-printing. B, Direct inkjet 3D bio-printing. C, Acoustic 3D bio-printing. D, Laser-mediated 3D bio-printing.



Conclusões ou Comentários Finais

Existem técnicas variadas de manufatura aditiva, cada uma com as suas próprias vantagens e desvantagens. Entretanto, esses processos têm muito em comum.

A vantagem mais óbvia dos métodos de manufatura aditiva é a facilidade em se produzir peças com as mais variadas geometrias, inclusive algumas muito complexas. Além disso, por sua acessibilidade é uma tecnologia muito utilizada para produção de protótipos para a validação de produtos.

Para a produção em escala, ela pode não ser a melhor opção, já que tem uma taxa de fabricação lenta quando comparada com métodos tradicionais, elevado custo de produção, além de difícil fabricação de componentes resistentes.



Referências

[1] Jian-Yuan Lee, Jia An e Chee Kai Chua. "Fundamentals and applications of 3D printing for novel materials". Em: Applied Materials Today 7 (jun. de 2017), pp. 120–133. doi:10.1016/j.apmt.2017.02.004. url: <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2017.02.004>

[004](https://doi.org/10.1016/j.apmt.2017.02.004)

[2] <https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/directedenergydeposition/>

[3] Sang-In Park et al. "Effective mechanical properties of lattice material fabricated by material extrusion additive manufacturing". Em: Additive Manufacturing 1-4 (out. de 2014), pp. 12–23. doi:10.1016/j.addma.2014.07.002. url: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2014.07.002>

[4] <https://www.youtube.com/watch?v=x4ibQI1M1K0>

[5]

<https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/materialextrusion/>

[6] Coelho, André Pedro Meireles Xavier de Freitas. Perspetivas de adoção da fabricação



- Fim -



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- Chamado de Impressão 3D
- Hardware + Software
- Projetado em software e dados passados para impressora
- 3 técnicas:
 - Fabricação do Filamento Fundido
 - Fio de material plástico é derretido e depositado em finas camadas sucessivamente até formar o objeto completo



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- 3 técnicas:
 - Estereolitografia (SLA)
 - Uma resina líquida é solidificada por um raio de laser, camada a camada, sucessivamente, até formar o objeto completo
 - Sinterização Seletiva a Laser
 - Um pó de plástico ou cerâmica é aglutinado por um feixe de laser uma camada de cada vez sucessivamente, fabricando o objeto por completo



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- Principal uso: pesquisa e desenvolvimento de produtos
- Prototipagem rápida e funcional
- Maquetes
- Peças de uso final
- Gabaritos moldes e acessórios
- Planejar cirurgias
- Imprimir partes do corpo
- Próteses de baixo custo, tecidos, órgãos, vasos e até órgãos



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- INOVALAB
- Manufatura aditiva: processos de produção camada por camada ~ impressão 3D
- Manufatura normal - parte de uma peça maior e subtrai material - manufatura subtrativa
- Parte de modelo 3D - CAD
- Vantagens
 - Geometrias mais complexas
 - Não precisa de molde



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- Vantagens
 - Menor volume de peças - moldes são caros
 - Peças mais personalizadas
 - Globalização - compartilhar projetos
 - Comando da produção à distância
 - Normalmente concentra produção em larga escala e trabalha com logística
 - Escalas mais baixas e transporte do arquivo - ainda não é realidade do ponto de vista comercial



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- Plásticos e metais
- Desvantagens
 - Perda de resistência à tração
 - Investimento alto para máquinas que usam metal
 - Não servem para todos os casos
 - Processo lento
- Vantajoso com ligas/materiais caros
- Máquinas para prototipagem rápida mais baratas
~5k



ANOTAÇÕES/RASCUNHO

- testes mercadológicos e de engenharia
- 20 min de apresentação