

Processos de impressão tridimensional: uma atualização

A manufatura aditiva, ou impressão 3D, é um método de fabricação que abarca diferentes processos, mas tendo sempre por princípio a adição de material passo a passo até a obtenção de uma peça final ou ferramental.

Atualizado em: 14/10/2020



Por Antonio Augusto Gorni

As técnicas de prototipagem rápida que, até uns dez anos atrás, só estavam disponíveis para aplicações industriais, evoluíram e se popularizaram de tal forma que já é possível adquirir uma impressora tridimensional para uso doméstico. Esse desenvolvimento já foi até mesmo considerado como uma terceira revolução industrial, tamanho o seu potencial para redefinir a forma como se pensou a manufatura até agora, já que oferece diversas vantagens em muitas aplicações quando comparado aos processos de fabricação clássicos baseados em remoção de material, tais como fresamento ou torneamento.

O conjunto de métodos aplicados e o grau de sofisticação dos equipamentos disponíveis permitem atender a uma ampla gama de usuários e suas necessidades específicas, desde os que exigem severos requisitos técnicos, até os que encaram a possibilidade de fabricar pequenos produtos em casa como uma grande brincadeira. Nas últimas décadas surgiram diferentes técnicas de impressão tridimensional que foram disponibilizadas comercialmente. Esse processo também pode ser designado pelas expressões manufatura aditiva, fabricação sólida com forma livre, manufatura automatizada por computador ou manufatura em camadas.

Este último termo descreve particularmente o processo de manufatura usado por todas as técnicas comerciais atuais. Um pacote de *software* “fatia” o modelo disponível em arquivo CAD do componente em várias camadas finas, com aproximadamente 0,1 mm de espessura, as quais são dispostas uma sobre a outra. O processo de impressão tridimensional é um processo “aditivo”, combinando camadas de papel, cera ou plástico para se criar um objeto sólido. A natureza aditiva deste processo permite a criação de objetos com características internas complicadas que não podem ser obtidas por meio de outros processos como, por exemplo, usinagem (fresamento, furação, torneamento etc.), que são processos “subtrativos”, ou seja, removem material a partir de um bloco sólido. Daí a expressão “manufatura aditiva”, que se popularizou nos últimos anos.

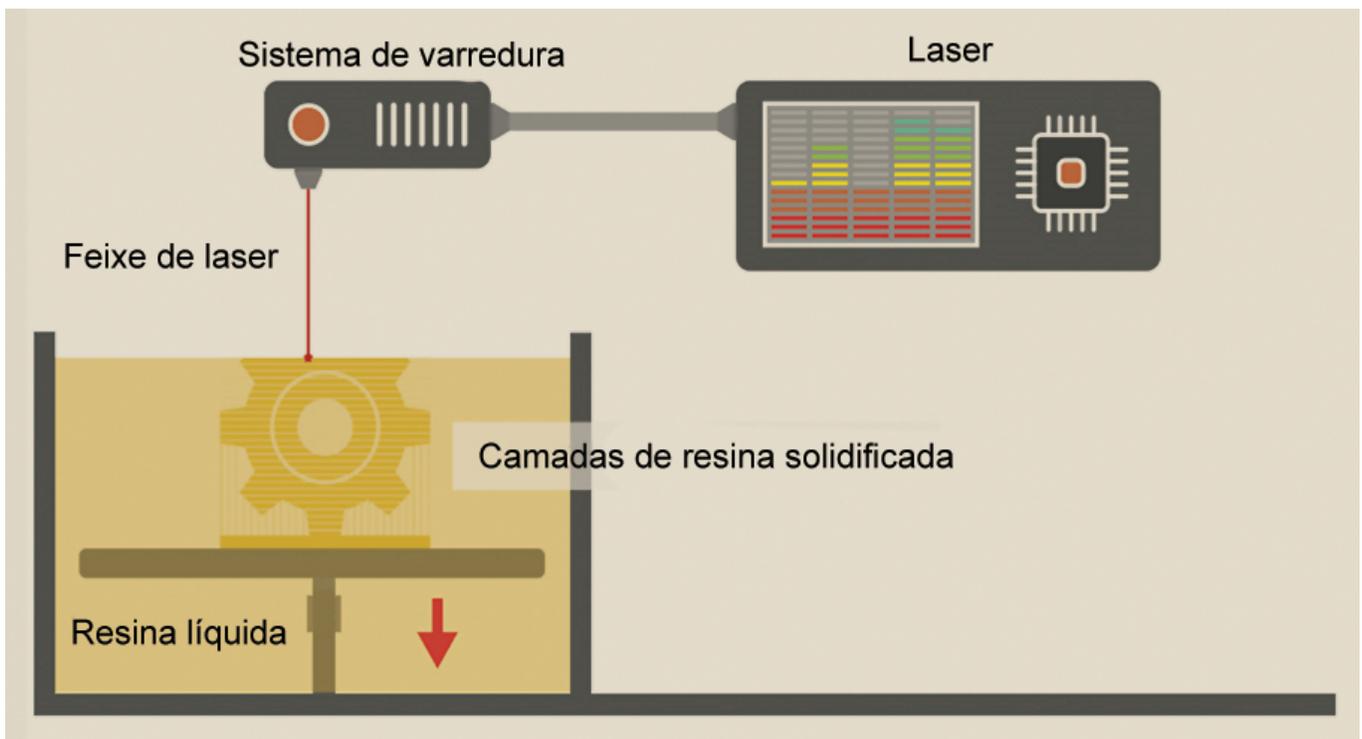
Todos os processos de manufatura aditiva atualmente existentes são constituídos por cinco etapas básicas:

- Criação de um modelo CAD da peça que está sendo projetada;
- Conversão do arquivo CAD em formato STL, próprio para estereolitografia;
- Fatiamento do arquivo STL em finas camadas transversais;
- Construção física do modelo, empilhando-se uma camada sobre a outra;
- Limpeza e acabamento do componente.

As principais abordagens de impressão tridimensional são descritas a seguir.

Estereolitografia (SLA, Stereolithography)

Este processo pioneiro, patenteado em 1986, deflagrou a revolução que levaria à manufatura aditiva. Nessa época tais processos recebiam a designação de prototipagem rápida, já que, em razão de sua baixa velocidade e qualidade das peças obtidas, só eram usados na confecção de protótipos. A estereolitografia (exemplo na figura 1) constrói modelos tridimensionais a partir de polímeros líquidos sensíveis à luz, que se solidificam quando expostos à radiação ultravioleta.



O modelo é construído sobre uma plataforma situada imediatamente abaixo da superfície de um banho líquido de resina epóxi ou acrílica. Uma fonte de raio *laser* ultravioleta, com alta precisão de foco, traça a primeira camada, solidificando a seção transversal do modelo e deixando as demais áreas líquidas. A seguir, um elevador mergulha levemente a plataforma no banho de polímero líquido e o raio *laser* cria a segunda camada de polímero sólido acima da primeira camada. O processo é repetido sucessivas vezes até o protótipo estar completo.

Uma vez pronto, o modelo sólido é removido do banho de polímero líquido e lavado. Os suportes são retirados e o modelo é introduzido num forno de radiação ultravioleta para ser submetido a uma cura completa. Devido à natureza desse processo, peças com ranhuras ou projeções requerem o uso de estruturas de apoio, as quais são removidas manualmente. Uma vez que a estereolitografia foi a primeira técnica bem-sucedida de prototipagem rápida, ela se tornou um padrão de avaliação (*benchmarking*) para as demais, que surgiram (e continuam surgindo) posteriormente.

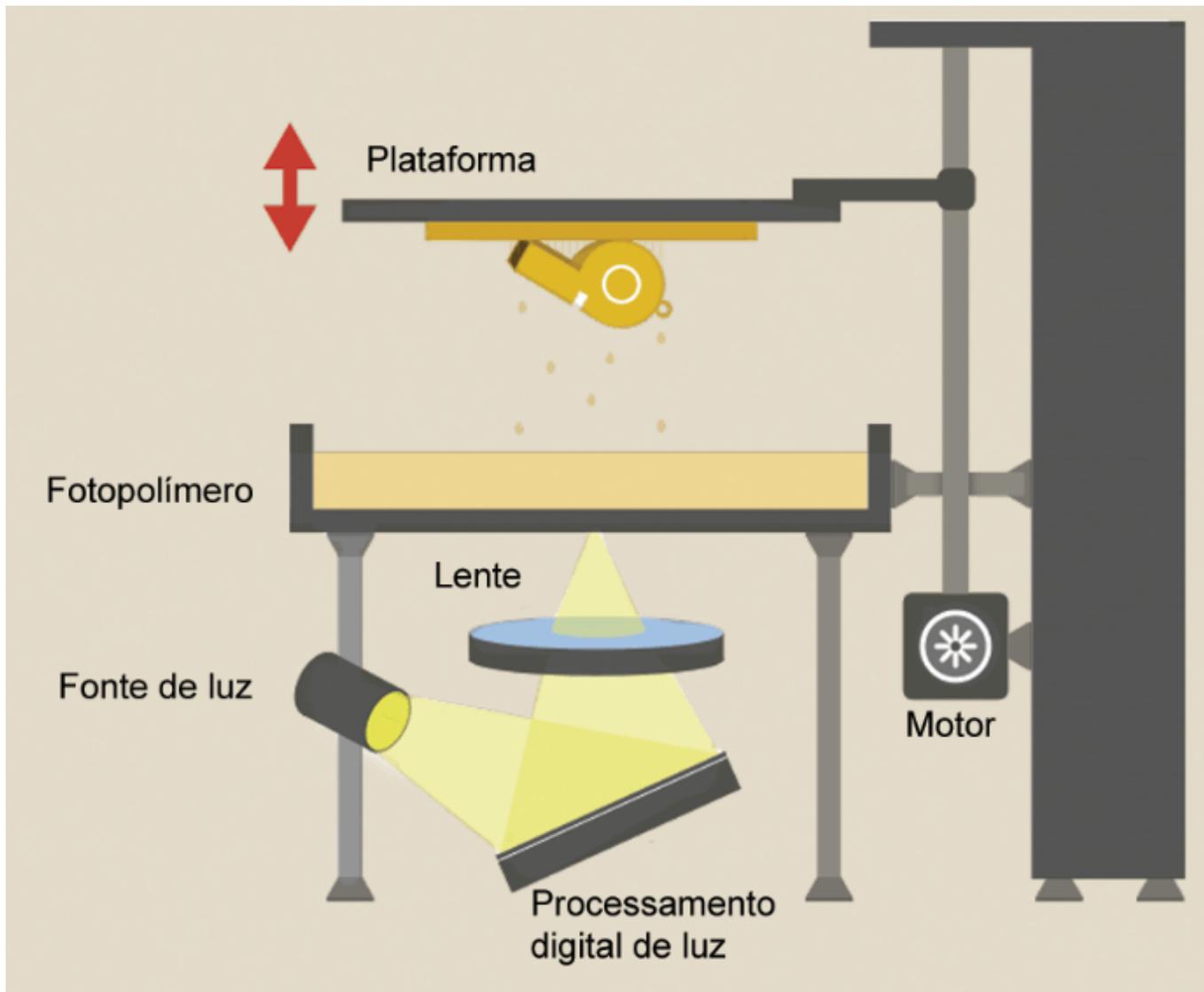
Processamento digital de luz (DLP, Digital Light Processing)

É um processo muito similar à estereolitografia, uma vez que se trata de impressão tridimensional que trabalha com fotopolímeros. A diferença está na fonte de luz, que aqui é do tipo convencional – por exemplo, uma lâmpada de arco, com um painel de cristal líquido ou um espelho deformável (*deformable mirror device, DMD*), o qual é aplicado à superfície inteira do tanque de fotopolímero numa única passagem (figura 2), o que geralmente torna este processo mais rápido que a estereolitografia.

Ambos produzem peças muito precisas com resolução excelente, mas também apresentam os mesmos requisitos, tais como estruturas para suporte e cura posterior. Contudo, a principal vantagem deste processo em relação à estereolitografia está no fato de que ele requer um depósito raso de resina para facilitar o processo, o que resulta em menor quantidade de rejeitos e custos mais baixos.

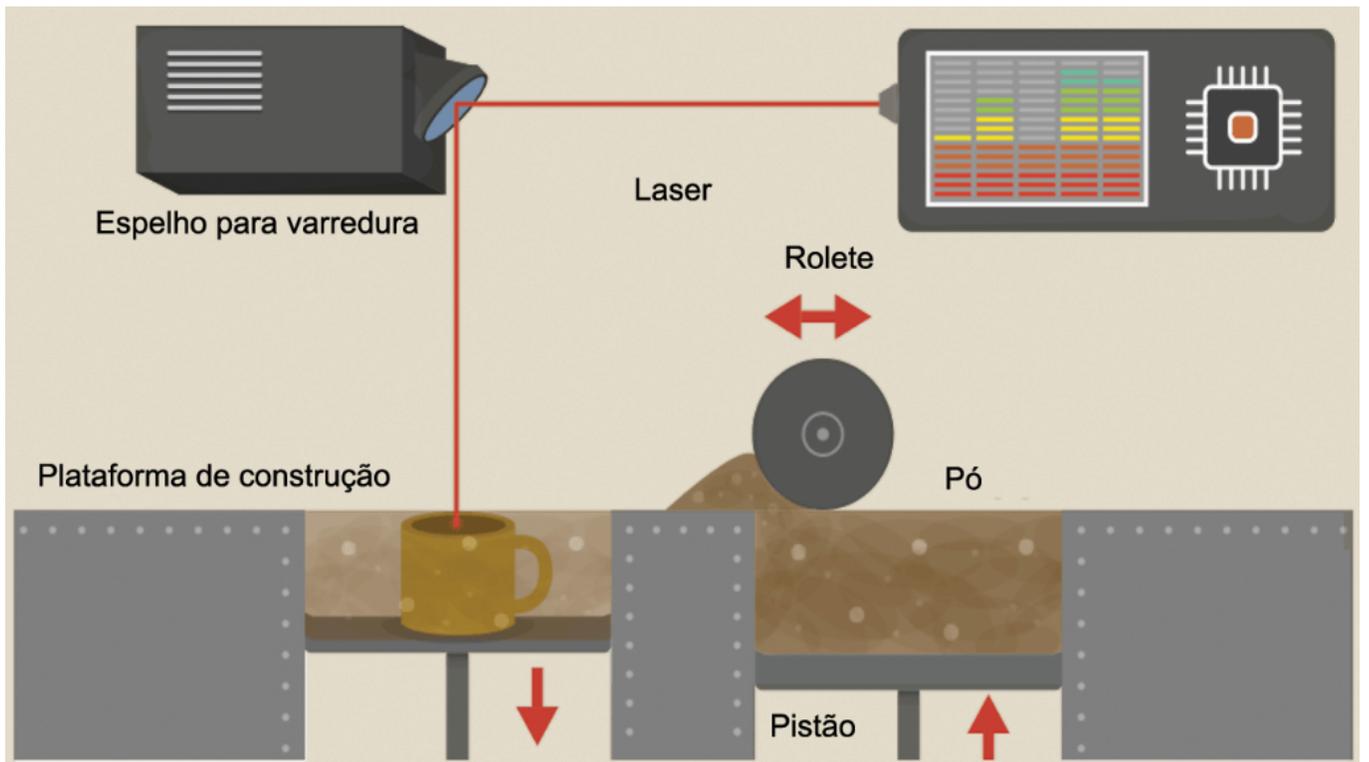
Sinterização seletiva a *laser* (SLS, Selective Laser Sintering)

Esta técnica, patenteada em 1989, usa um raio de *laser* para fundir, de forma seletiva, materiais pulverulentos, tais como náilon, elastômeros e metais, formando um objeto sólido. As peças são construídas sobre uma plataforma a qual está imediatamente abaixo da superfície de um recipiente preenchido com o pó fusível por calor (figura 3).



O raio *laser* traça a primeira camada, sinterizando o material. A plataforma é ligeiramente abaixada, reaplica-se o pó e o raio *laser* traça a segunda camada. O processo continua até que a peça esteja terminada. O pó em excesso ajuda a dar suporte ao componente durante sua construção, característica que viabiliza a manufatura de peças geometricamente complexas, com projeções e ranhuras.

A câmara de construção é totalmente selada, uma vez que é necessário manter a temperatura de forma precisa durante o processo, a qual é função da temperatura de fusão do material que está sendo usado. Por outro lado, devido às altas temperaturas necessárias para a sinterização a *laser*, os tempos de resfriamento são longos. Além disso, a porosidade é um problema tradicional neste processo.

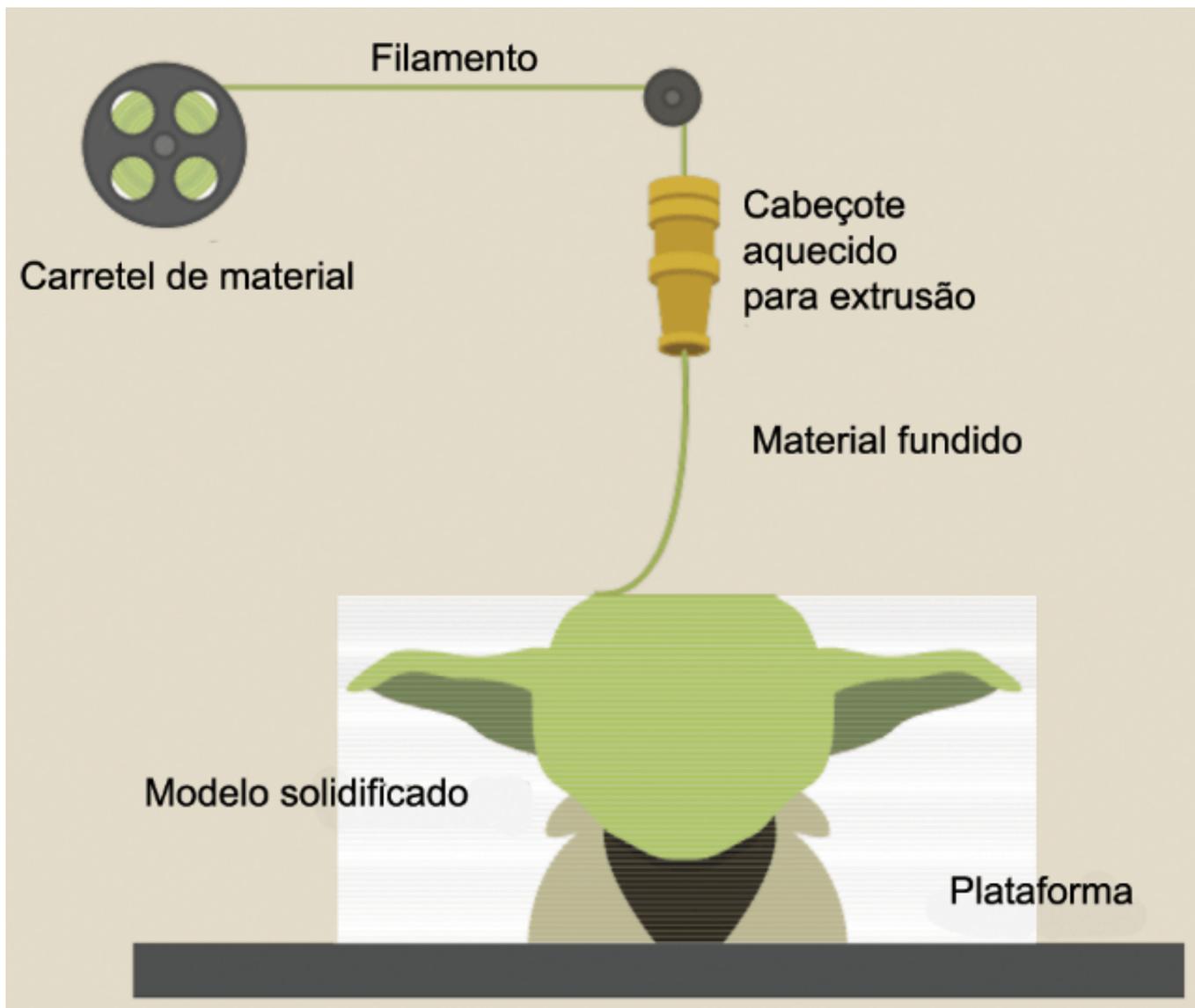


Muito embora já tenham sido feitos progressos nesse sentido, em alguns casos é necessário infiltrar a peça obtida com outro material para melhorar suas propriedades mecânicas. As peças feitas com esse processo apresentam resistência mecânica muito maior do que as confeccionadas por estereolitografia, embora seu acabamento superficial seja inferior.

Modelagem por deposição de material fundido (FDM, Fused Deposition Modeling)

Este também é um processo antigo, desenvolvido na década de 1990 pela empresa Stratasys, tendo hoje alcançado maturidade como processo de impressão tridimensional em escala industrial. Aqui, filamentos de resina termoplástica aquecida são extrudados a partir de uma matriz em forma de ponta que se move num plano X-Y.

Da mesma maneira que um confeitoiro enfeita um bolo usando um saco de confeitaria, a matriz de extrusão controlada deposita filetes de material muito finos sobre a plataforma de construção, formando a primeira camada do componente. A plataforma é mantida sob uma



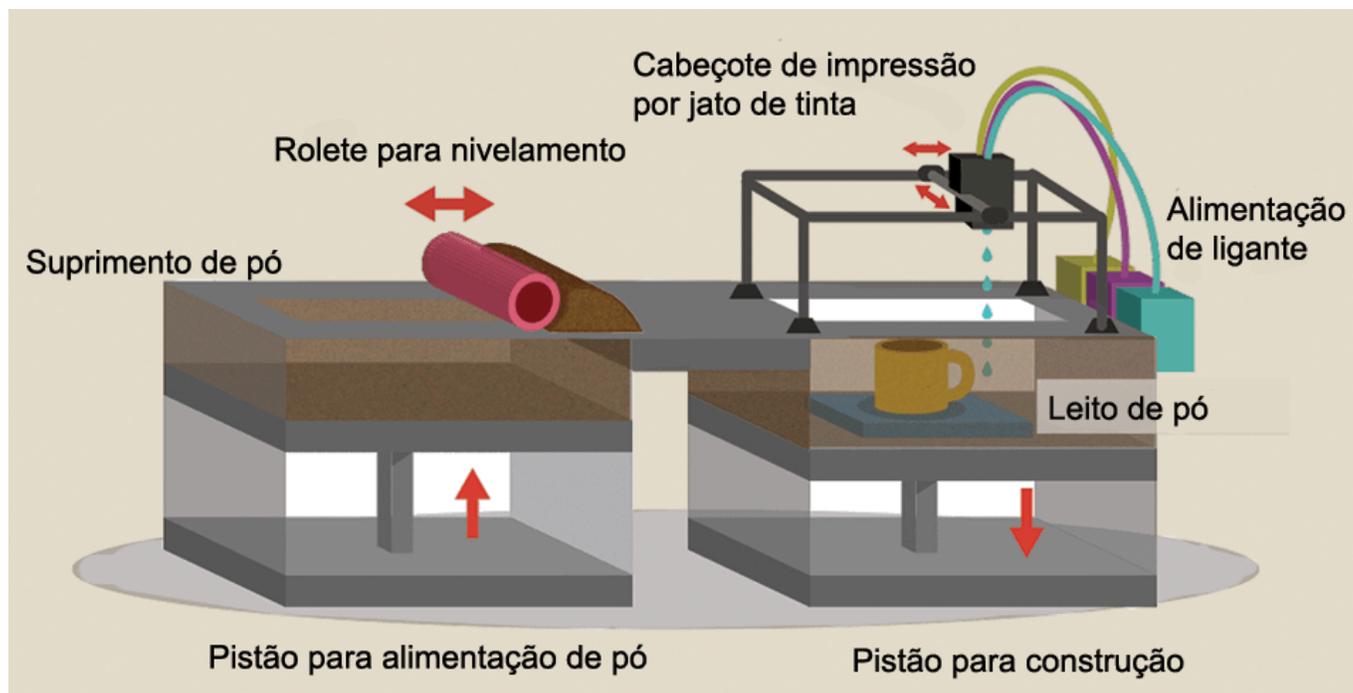
temperatura inferior à do material, de forma que a resina termoplástica endurece rapidamente. Após esse endurecimento a plataforma se abaixa ligeiramente e a matriz de extrusão deposita uma segunda camada sobre a primeira (figura 4).

O processo é repetido até a construção total do protótipo. São construídos suportes durante a fabricação para segurar o protótipo durante sua fabricação, os quais são constituídos por materiais solúveis em água ou friáveis, visando facilitar sua remoção após a confecção da peça. Tais suportes são fixados ao protótipo usando-se um segundo material, mais fraco, ou uma junção perfurada. As resinas termoplásticas adequadas a esse processo incluem poliéster, polipropileno, ABS, elastômeros e cera usada no processo de fundição por cera perdida.

O processo pode ser lento, conforme a geometria da peça, e a adesão entre camadas pode constituir um problema, levando à obtenção de peças permeáveis à água. As impressoras tridimensionais mais simples, disponíveis no comércio ao público em geral, usam um processo similar a esse, mas numa forma mais básica para evitar infringir as patentes ainda mantidas pela Stratasys sobre o processo, denominado Freeform Fabrication (FFF), ou seja, fabricação com forma livre.

Impressão por jato de tinta (Ink Jet: Binder/ Material Jetting)

Ao contrário das técnicas expostas anteriormente, esta se refere a uma classe inteira de equipamentos que usam a tecnologia de jato de tinta. Numa das versões se tem jateamento de ligante, onde os protótipos são construídos sobre uma plataforma situada num recipiente preenchido com material pulverulento.

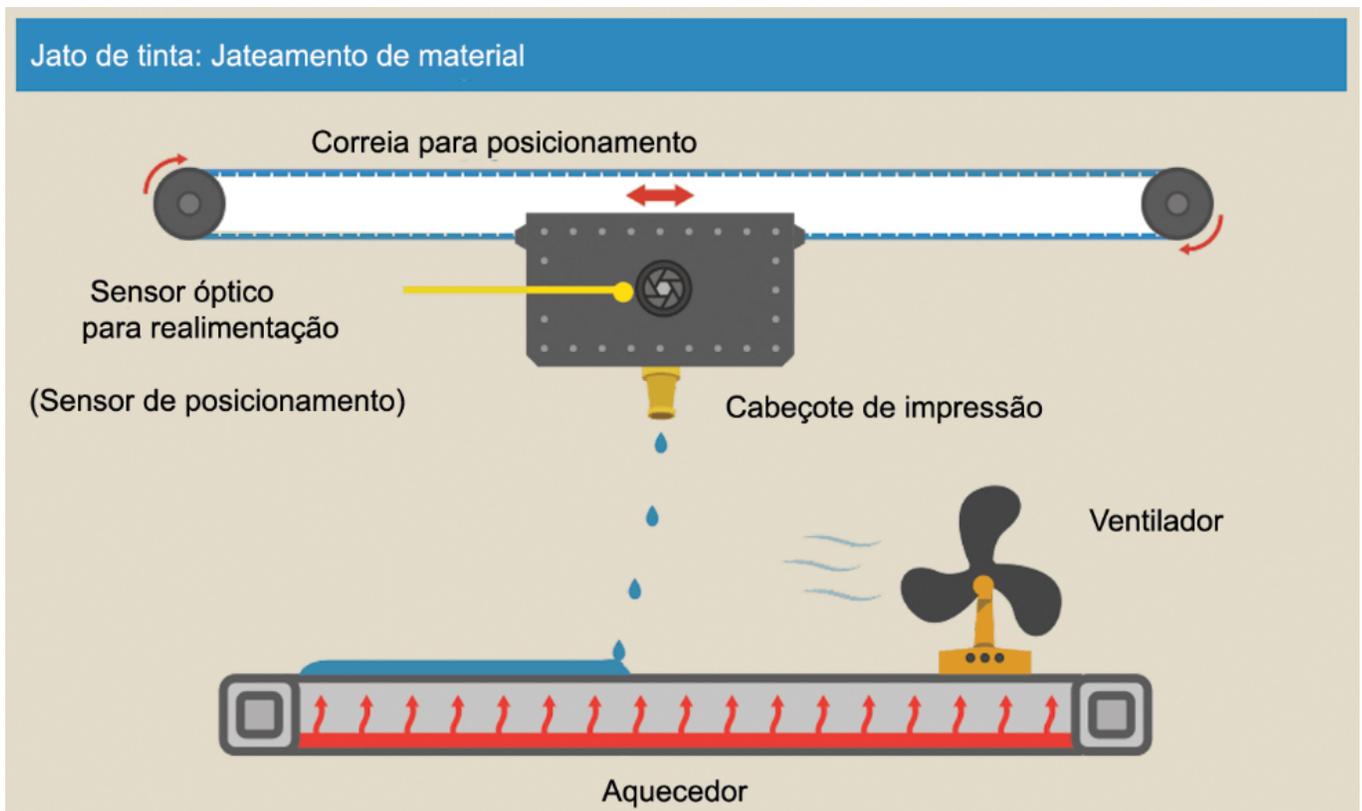


Um cabeçote de impressão por jato de tinta “imprime” seletivamente um agente ligante que funde e aglomera o pó nas áreas desejadas. O pó que continua solto permanece na plataforma para dar suporte ao protótipo que vai sendo formado, dispensando o uso de suportes externos.

A plataforma é ligeiramente abaixada, adiciona-se mais material pulverulento e o processo é repetido. Ao se terminar o processo a peça “verde” é sinterizada, removendo-se o pó que ficou solto (figura 5).

Podem ser usados pós de materiais poliméricos, cerâmicos e metálicos. Contudo, as peças obtidas não são tão resistentes quanto as obtidas a partir dos processos que usam sinterização, requerendo pós-processamento para assegurar sua durabilidade.

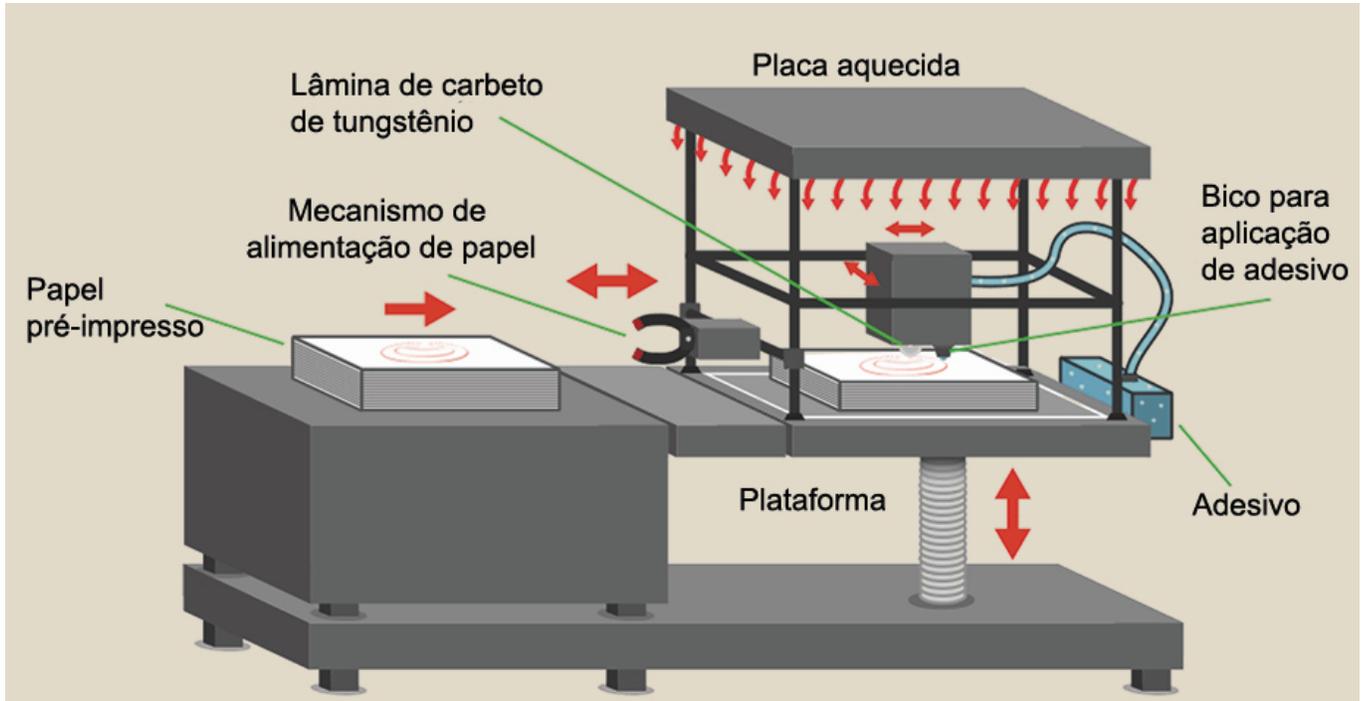
Outra variante desse processo é a impressão por jateamento seletivo do material propriamente dito, na forma líquida ou fundida, através de múltiplos cabeçotes (figura 6). Outros cabeçotes podem jatear simultaneamente materiais para suporte. Geralmente se usa aqui fotopolímeros líquidos, os quais são submetidos à cura mediante exposição à radiação ultravioleta à medida que cada camada é depositada.



É possível depositar simultaneamente vários materiais, de forma que uma mesma peça pode ser constituída por múltiplos materiais apresentando diferentes características e propriedades. Este processo de manufatura é muito preciso, produzindo peças precisas com acabamento superficial muito bom.

Deposição seletiva de lâminas (SDL, Selective Deposition Lamination)

Este é um processo exclusivo de seu desenvolvedor, a Mcor Technologies, que é bem parecido com a Manufatura de Objetos em Lâminas (LOM, Laminated Object Manufacturing), processo desenvolvido pela Helisys na década de 1990, uma vez que apresentam o mesmo princípio de trabalho: deposição e conformação de folhas de papel para constituir a peça final. Contudo, as semelhanças acabam aqui.



Este processo mais recente (figura 7) fabrica peças, camada a camada, usando papel sulfite convencional. Isto implica na aplicação de uma densidade de adesivo muito maior na área que constituirá a peça, e uma densidade muito menor nas áreas adjacentes, que servirão de suporte, assegurando dessa forma que sua remoção seja relativamente fácil.

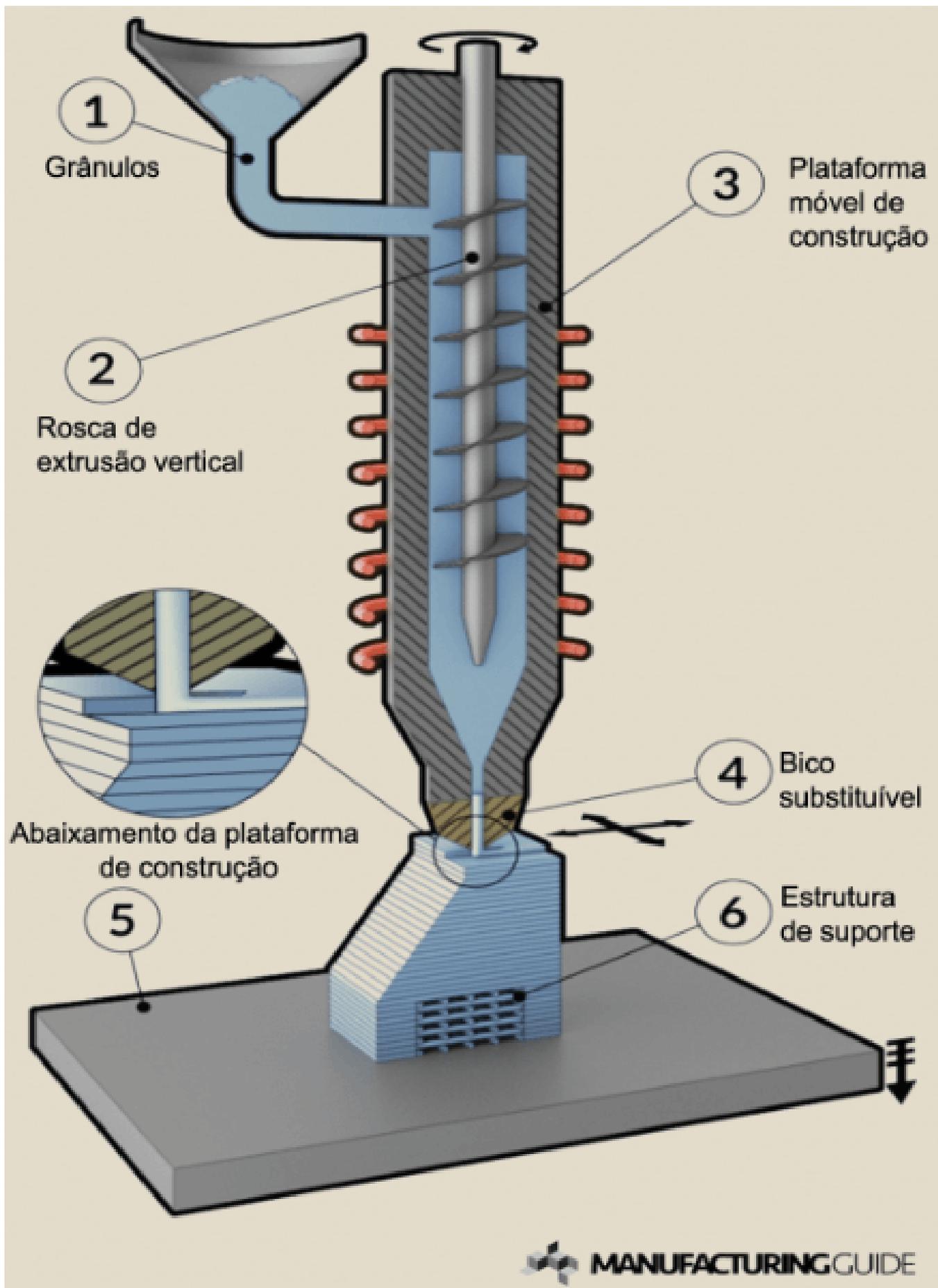
Este processo funciona da seguinte forma: após uma nova folha de papel ser introduzida no equipamento e posicionada no topo de adesivo aplicado seletivamente sobre a camada anterior, a placa de construção se move até uma placa aquecida, a qual aplica pressão ao conjunto, o que assegura a ligação entre as duas folhas de papel. A placa de construção retorna então ao nível de fabricação, onde uma lâmina ajustável de carbeto de tungstênio punciona uma folha de papel por vez, traçando o contorno do objeto que cria as bordas da peça.

A seguir é depositada uma nova folha de papel, repetindo-se o processo até que a peça esteja pronta. Este é um dos poucos processos de impressão tridimensional que pode produzir peças plenamente coloridas; o fato de a matéria-prima usada ser papel comum dispensa o pós-processamento, além de constituir material seguro e ecologicamente amigável. Contudo, as peças feitas por esse processo não são funcionais, não podem apresentar formato complexo e seu tamanho é limitado ao da folha de papel.

Fabricação por granulado fundido (FGF, Fused Granulate Fabrication)

Neste processo, os grânulos de polímeros armazenados numa tremonha (1, no desenho a seguir) são introduzidos no canhão de uma extrusora vertical (2) acoplada a uma plataforma móvel (3), sendo fundidos e conduzidos para uma matriz intercambiável (4), onde seu fluxo é controlado pelo diâmetro e formato da passagem. Dessa forma o polímero é depositado sob velocidade constante, formando uma camada da peça que está sendo confeccionada.

Após a deposição dessa camada, a plataforma (5) é abaixada, sendo então aplicada a próxima camada. Se necessário, uma estrutura de suporte (6) pode ser impressa, assegurando a obtenção da geometria desejada, mas que precisa ser removida durante o pós-processamento do componente.



Referências

[Guia de Manufatura Aditiva da Revista Plástico Industrial](#)

[Grânulos de PP e PET reforçados para impressão por FGF, Revista Plástico Industrial](#)

[The Free Beginner's Guide, @ 3D Printing Industry](#)

[Fused Granular Fabrication, FGF, Manufacturing Guide](#)

#Impressão3D #ManufaturaAditiva #Plásticos #3DPrinting #Plastic

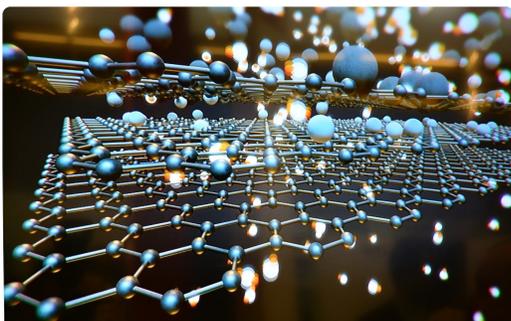
Acontece

Impressão 3D

Indústria 4.0

Opinião

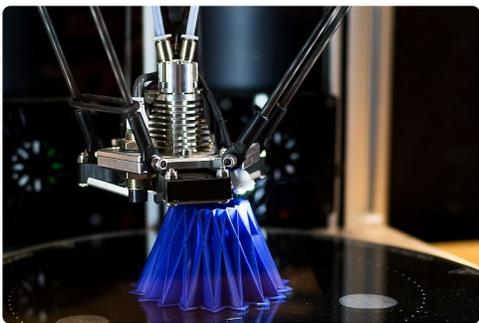
Mais Notícias PI



Acordo traça estratégia para indústria de grafeno no Brasil

Promover o uso do “material do futuro” em diferentes segmentos industriais, incluindo os plásticos, é o objetivo de uma nova rede de inovação.

15/10/2020



Nova linha de PP para manufatura aditiva

Petroquímica lança linha de polipropileno para impressão 3D, disponíveis na forma de filamentos, grânulos ou pó.

13/10/2020



Manufatura aditiva em sua era dourada

Processos consolidados e disponibilidade de informações tornaram a impressão 3D mais acessível.

13/10/2020

ARANDA EDITORA TÉCNICA E CULTURAL / ARANDA EVENTOS E CONGRESSOS © 2020

Al. Olga, 315- 01155-900 São Paulo, SP (São Paulo) – Brasil Tel.: (11) 3824-5300 info@arandaeditora.com.br

Nossas revistas

Corte e Conformação de Metais

Eletricidade Moderna

Fotovolt

Fundição e Serviços

Hydro

Máquinas e Metais

Plástico Industrial

Redes, Telecom e Instalações

LUX

Como anunciar

Corte e Conformação de Metais

Eletricidade Moderna

Fotovolt

Fundição e Serviços

Hydro

Máquinas e Metais

Plástico Industrial

Redes, Telecom e Instalações

LUX

Mídia Kit



Baixar