

Impressão 3D e Manufatura Aditiva – um mapeamento das patentes de invenção no Brasil

3D Printing and Additive Manufacturing – a mapping of invention patents in Brazil

Ana Julia Dal Forno, Doutora em Engenharia de Produção, Professora Adjunta na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC campus Blumenau

ana.forno@ufsc.br

Rafael Tezza, Doutor em Engenharia de Produção, Professor titular na Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC campus Florianópolis

rafael.tezza@udesc.br

Número da sessão temática da submissão – [1E]

Resumo

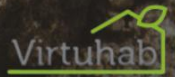
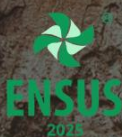
Dentre as tecnologias da indústria 4.0, uma das que mais vem emergindo é a impressão 3D por suas múltiplas aplicações e as tendências da sustentabilidade tal como a utilização de novos materiais. Nesse contexto, esse artigo teve como objetivo analisar as patentes de invenção do Brasil. Para isso, a metodologia consistiu na classificação de 115 pedidos na base do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) envolvendo no título “impressão 3D” e “manufatura aditiva” e suas combinações. Os resultados apontaram que os pedidos aumentaram nos últimos anos, assim como a preocupação em desenvolvimento de materiais alternativos que reduzam o impacto ambiental nos processos produtivos. Ainda, 62% dos pedidos estão enquadrados na categoria B (operações de processamento e transporte). Um fato que ainda não muda é que a maioria dos pedidos são de empresas não residentes, enquanto que os pedidos brasileiros são de universidades, apontando que há oportunidades de parcerias para desenvolvimento conjunto de inovações nessa temática.

Palavras-chave: Propriedade industrial; indústria 4.0; tecnologias emergentes; inovação em 3D.

Abstract

Among the technologies of Industry 4.0, one of the most emerging is 3D printing due to its multiple applications and sustainability trends, such as the use of new materials. In this context, this article aimed to analyze invention patents in Brazil. To do so, the methodology consists of classifying 115 applications in the INPI (National Institute of Industrial Property) database involving the title “3D printing” and “additive manufacturing” and their imports. The results showed that applications have increased in recent years, as has the concern for the development of alternative materials that reduce the environmental impact of production processes. Even so, 62% of the applications fall into category B (processing and transportation operations). One fact that has not changed is that most applications are from non-resident companies, while Brazilian applications are from universities, indicating that there are opportunities for partnerships for the joint development of innovations in this area.

Keywords: Industrial property; industry 4.0; emerging technologies; 3D innovation.



1. Introdução

A impressão 3D ou seu sinônimo manufatura aditiva tem se expandido cada vez mais para diversas aplicações, dentre elas na saúde, educação, construção e na indústria. Com o advento da quarta revolução industrial desde 2010, as vantagens dessa tecnologia são a rapidez de produção, a redução de desperdícios de materiais, a criação de objetos personalizados e a sustentabilidade. Nesse último critério, quando focado para o tripé ambiental, há o desenvolvimento de novos materiais que são mais leves, poluem menos e causam menos impacto ao meio ambiente (Bataglini *et al.*, 2021).

A indústria de impressão 3D está pronta para uma expansão significativa, projetada para atingir uma avaliação de mercado de US\$ 32,78 bilhões até 2027. Esse crescimento é impulsionado principalmente por rápidos avanços tecnológicos, redução de custos de impressoras 3D e expansão do escopo de aplicação em vários setores (Jabil, 2023).

Com o processo de adicionar camada por camada aos materiais, é possível reduzir até 90% o desperdício de materiais quando comparados aos métodos tradicionais. Além disso, a capacidade de produzir localmente pode diminuir a pegada de carbono associada ao transporte de produtos e componentes. Contudo, o consumo de energia ainda representa um desafio, pois alguns processos de impressão 3D podem ser mais intensivos em energia do que os métodos tradicionais, especialmente se não forem otimizados para eficiência energética (Kellens *et al.*, 2017; Topfstedt, 2024).

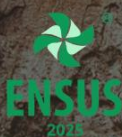
Considerando que as patentes são importantes fonte de inovações tecnológicas, esse artigo teve como objetivo mapear os pedidos de patentes no Brasil relacionados à impressão 3D e manufatura aditiva. Para isso, foram analisados 115 depósitos de patentes de invenção na plataforma do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e identificadas a evolução do tema, as categorias, a classificação Internacional de Patentes (IPC), os pedidos de não residentes e residentes, bem como sua origem quanto ao país, empresa ou universidade. Em paralelo foi também realizado um benchmarking das principais tendências em materiais, assim como empresas referência e as tendências para a sustentabilidade dos negócios.

2. Referencial teórico sobre a manufatura aditiva e impressão 3D

Essa seção contextualiza a impressão 3D, descreve suas vantagens, barreiras e as tendências quanto à sustentabilidade.

A tecnologia de impressão 3D é de conhecimento da indústria desde os anos 70, porém, inicialmente, era apenas utilizada em áreas de prototipagem e simulação, devido a rapidez de desenvolvimento, servindo como base para análises, ajustes e aprovação. A partir dos anos 2000 passou também a ser empregada na produção de produtos acabados. Quando aplicada nas áreas industriais traz benefícios a clientes e fornecedores, dentre eles, destacam-se (Arribas e Alfaro, 2018; Leist *et al.*, 2017; Schwab, 2017; Sun *et al.*, 2024)

- Redução do tempo existente entre desenvolvimento e produção dos produtos;
- Ensaio virtual de projetos em softwares, reduzindo desperdícios de matéria-prima;
- Fabricação limpa e compacta, que possibilita instalação de estruturas produtivas em grandes centros urbanos;
- Redução de custos de distribuição e tempo de entrega;
- Redução de estoque de materiais e produtos.



No cenário atual do Brasil, a manufatura aditiva, ou impressão 3D, apresenta-se como uma fronteira promissora de inovação tecnológica. Contudo, enfrenta desafios significativos devido à sua incipiente inserção no mercado global, já que o Brasil representa apenas 2% do mercado mundial de impressão 3D, mas tem demonstrado crescimento acelerado e adotado a tecnologia não só para prototipagem rápida, mas também na fabricação de peças finais, esse avanço, entretanto, ainda não se traduz em uma posição de destaque no cenário internacional, o que sugere uma lacuna de oportunidades para o país expandir sua atuação nesse setor (Betim *et al.*, 2019).

A dinâmica do mercado também está mudando, com uma ênfase crescente em ecossistemas colaborativos e padrões industriais que promovem a inovação e a consistência. A adoção de fabricação descentralizada e localizada está encurtando as cadeias de suprimentos e permitindo uma resposta mais rápida às necessidades do mercado. Isso, está transformando a impressão 3D em uma opção viável não apenas para a prototipagem, mas também para a produção em massa, especialmente em setores que demandam alta personalização e flexibilidade de produção (3BE, 2024).

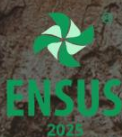
Numa *survey* realizada com mais de 200 tomadores de decisões de empresas, as barreiras mais mencionadas quanto à adoção da impressão 3D foram a falta de matéria-prima disponível e o custo delas (79%), o pós processamento e comercialização de produtos 3D (46%), o custo de aquisição de máquinas para a implementação dessa tecnologia (44%) e a falta qualificação dos funcionários (10%) (Jabil, 2023).

2.1 Materiais e tendências

Os materiais são a porta de entrada para o processo de manufatura aditiva, podendo variar dependendo do processo específico, das propriedades desejadas do objeto final e dos requisitos de aplicação. Eles são frequentemente produzidos como sólidos, em forma de pó, em matéria-prima de arame ou folha, ou como um líquido ou pasta, e podem diferir em suas propriedades mecânicas, térmicas, químicas, ópticas ou elétricas, dependendo da aplicação e dos requisitos específicos. Os materiais incluem materiais de núcleo, mas também materiais de assistência e suporte. À medida que os esforços de pesquisa avançam, há o desenvolvimento de novos materiais com propriedades e capacidades únicas. No entanto, os cinco tipos de materiais atualmente mais comuns usados na manufatura aditiva são a) polímeros; b) metais e ligas; c) cerâmica e vidro; d) cimentos, concreto e pedras artificiais e; e) biomateriais (Shahrubudin, Lee e Ramlan, 2019).

Polímeros - Eles incluem acrilonitrila butadieno estireno (ABS), ácido polilático (PLA), poliamida (*nylon*), polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP) e muitos outros. Materiais à base de polímeros são frequentemente usados em processos baseados em filamentos como fabricação de filamentos fundidos (FFF). Esta categoria compreende tanto a síntese quanto a modificação de composições. Além disso, a produção e modificação de fibras ou têxteis artificiais também está incluída. Materiais fotossensíveis também foram considerados (Elhady *et al.*, 2025)

Metais e ligas - técnicas de manufatura aditiva como fusão em leito de pó (PBF), deposição de energia direcionada (DED) e jato de ligante podem trabalhar com metais. Materiais metálicos comuns incluem aço inoxidável, alumínio, titânio, ligas de níquel, ligas de cobalto-cromo e metais preciosos como ouro e prata. Este campo abrange metais puros, composições de ligas de metais e combinações de metais e não metais, como, por exemplo, em cermets (combinação de cerâmica com metal) ou compósitos de matriz metálica. Cristais únicos também foram incluídos (Bui *et al.*, 2025).



Cerâmicas - compreende óxidos, não óxidos, bem como os compósitos à base de cerâmica. As cerâmicas são usadas para aplicações que exigem resistência a altas temperaturas, inércia química ou propriedades elétricas específicas. Materiais como alumina, zircônia, sílica e hidroxiapatita (usados em aplicações biomédicas) são comumente usados em processos de fabricação de aditivos à base de cerâmica. As composições de vidro também foram incluídas (Li, Sun e Colombo, 2024; Zhao *et al.*, 2025).

Biomateriais - A fabricação de aditivos desempenha um papel significativo em aplicações biomédicas, onde materiais biocompatíveis e bioreabsorvíveis são usados para criar implantes, andaimes de tecido e dispositivos médicos. Este campo inclui apenas materiais para tecidos moles e andaimes, ou seja, culturas de células (vivas), polipeptídeos e polissacarídeos (Arif *et al.*, 2023). Por fim, as composições de cimentos, concreto ou pedra artificial são a base para a última subcategoria (Khan *et al.*, 2025).

Os polímeros, sejam eles em pó, fotopolímeros ou filamentos, são o maior segmento de mercado de materiais. Há uma ampla e crescente gama de opções de polímeros disponíveis, embora a seleção ainda seja relativamente menor em comparação aos métodos de fabricação convencionais. Os materiais poliméricos para a manufatura aditiva podem ser escolhidos com base em vários fatores, como resistência à tração, rigidez, biocompatibilidade ou cor. Eles são classificados em dois grupos com base em seu comportamento em altas temperaturas. Os termoplásticos são um tipo de polímero que se torna flexível quando aquecido e solidifica ao resfriar. Eles podem ser derretidos e derretidos novamente várias vezes sem degradação significativa. Os filamentos termoplásticos são amplamente usados na fabricação de filamentos fundidos (FFF) ou em processos de manufatura aditiva baseados em extrusão de materiais (Arefin *et al.*, 2021).

Segundo (Arefin *et al.*, 2021; Shahrubudin, Lee e Ramlan, 2019) a reciclagem de materiais também é uma alternativa para a sustentabilidade na impressão 3D. Os materiais como PLA, ABS, *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG) e pós metálicos podem ser reciclados através de processos que incluem trituração, extrusão e fusão dos resíduos das impressões, convertendo-os novamente em filamentos ou resinas utilizáveis. De modo especial, a reciclagem de pó em técnicas como Sinterização Seletiva a Laser (SLS) e Fusão Seletiva à Laser (SLM) é cada vez mais comum, permitindo a reutilização do pó não fundido, o que reduz o desperdício e maximiza a eficiência do material.

No artigo de (Besko, Bilyk e Sieben, 2017) foi analisada a toxicidade e a sustentabilidade dos filamentos, levando em consideração fatores ambientais e a temperatura de processamento do polímero. O PLA foi considerado o filamento mais sustentável, por não ser tóxico, por ser um termoplástico biodegradável oriundo de matéria prima de fontes renováveis, além de não ser necessário o uso de mesa aquecida durante a impressão, e sua extrusão não requer alta temperatura para atingir o ponto de fusão ideal.

Da distribuição das pesquisas sobre desenvolvimento dos materiais nas universidades ao redor do mundo, segundo a *European Patent Office* (Epo, 2023) no período de 2001 até 2020 os biomateriais representaram 32% das patentes, seguidos de cerâmica (15%), cimentos (13%), polímeros (13%) e metais (13%).

Os biomateriais avançados, dentre eles os hidrogéis bioimprimíveis e as cerâmicas bioativas, ainda estão em estágio de desenvolvimento e têm sido lentos na transição para o setor comercial. Eles geralmente exigem mais pesquisa e otimização para alcançar implementação generalizada. As biotintas compostas de culturas de células vivas permitem a impressão direta de células, permitindo a criação de estruturas 3D complexas com funcionalidade celular com o objetivo de fabricar tecidos funcionais para transplante de órgãos e engenharia de tecidos. Os pesquisadores ainda estão explorando várias técnicas e formulações para aumentar a viabilidade

celular, melhorar a resolução de impressão e otimizar as propriedades mecânicas e biológicas da biotinta. Os polipeptídeos e polissacarídeos também estão ganhando atenção como biomateriais para manufatura aditiva, uma vez que oferecem características únicas, como biocompatibilidade, biodegradabilidade e capacidade de regular as respostas celulares. Os avanços contínuos em ciência de materiais, técnicas de bioimpressão e abordagens de engenharia de tecidos estão impulsionando o campo, e as patentes apoiam colaborações entre academia, indústria e profissionais médicos para traduzir essas tecnologias em aplicações práticas (Bernardo *et al.*, 2021; Furlan, Barbosa e Moretto Junior, 2024; Ghosh e Yi, 2022)

Considerando ainda o foco da sustentabilidade, há o processo de purga na impressão 3D, essencial para garantir a qualidade das impressões e a durabilidade da impressora. Consiste na limpeza do extrusor (ou bocal) para remover resíduos de material que possam ter ficado dentro dele após impressões anteriores. Isso é particularmente importante quando se troca de material ou cor, pois qualquer resíduo pode comprometer a qualidade da impressão seguinte. Os passos do processo de purga consistem em aquecer o extrusor; extrudar o material pelo bocal até que o material antigo seja completamente expelido e apenas o novo material esteja saindo e após repetir o processo várias vezes para garantir que todo o material antigo foi removido (Lohr *et al.*, 2025)

3. Procedimentos Metodológicos

A metodologia consistiu de uma busca de patentes no site do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) realizada em 25/02/2025. As palavras-chaves foram “manufatura aditiva” e outra busca com “impressão 3D”, ambas no título. Na Figura 1 há os termos utilizados e os resultados que foram analisados a totalidade de 115 patentes de invenção. Para o estudo foram considerados 114 documentos, devido a uma ser duplicada.

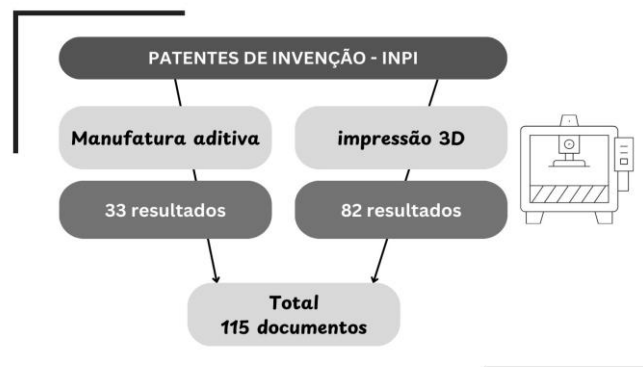


Figura 1: Critérios de seleção dos documentos analisados

Para atingir os objetivos, as perguntas de pesquisa a serem respondidas foram:

- Quais são as categorias das patentes de invenção de manufatura aditiva e impressão 3D depositadas no Brasil?;
- Quais são as tendências sustentáveis para a temática referente às patentes analisadas?.

Foram encontrados 33 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 2.

Pedido	Depósito	Título	IPC
BR 10 2024 011596 1	08/06/2024	PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO UTILIZANDO TRILHA DE COMPÓSITO DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO CONDUTIVO COM LAMINADO DE POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) UTILIZANDO MANUFATURA ADITIVA	H05K 1/02
BR 10 2023 012773 8	23/06/2023	LIGA DE ALUMÍNIO-COBRE-TERRA RARA, SEU USO E PEÇA OBTIDA EM PROCESSO DE FABRICAÇÃO POR MANUFATURA ADITIVA	C22C 21/12
BR 10 2023 012157 8	19/06/2023	CONJUNTO DE TRÊS TURBINAS EÓLICAS VERTICAIS, DE PEQUENO PORTE, PRODUZIDA POR MANUFATURA ADITIVA A PARTIR DE POLÍMEROS VERDES, QUE ATUEM DE MANEIRA A APROVEITAR O DESLOCAMENTO DE AR GERADOR MUTUAMENTE POR SUAS HÉLICES, AMPLIANDO SEU RENDIMENTO, APLICADO EM RESIDÊNCIAS E INDÚSTRIAS	F03D 13/20
BR 10 2023 010496 7	30/05/2023	FRESADORA CNC MODIFICADA PARA MANUFATURA ADITIVA-SUBTRATIVA COM DEPOSIÇÃO A ARCO	B29C 64/00
BR 11 2024 021172 0	13/04/2023	SISTEMA E MÉTODO PARA MANUFATURA ADITIVA USANDO UM APARELHO DE MOVIMENTO MAGNÉTICO OMNIDIRECIONAL	B29C 64/227
BR 11 2024 016290 7	03/04/2023	DETERMINAÇÃO DE REOLOGIA ON-LINE EM PROCESSOS DE MANUFATURA ADITIVA	B28B 1/00
BR 10 2023 003460 8	24/02/2023	MÉTODO DE MANUFATURA ADITIVA DE UM COMPONENTE COMPÓSITO, E, SISTEMA DE MANUFATURA ADITIVA PARA FABRICAR UM COMPONENTE COMPÓSITO	B29C 48/15

Figura 2: Amostra dos resultados da busca no INPI com a palavra-chave “manufatura aditiva” no título

A Figura 2 ilustra uma amostra dos resultados do INPI, na qual posteriormente cada patente foi classificada conforme os critérios:

- Código do pedido (iniciando por BR);
- Data do depósito;
- Título da patente;
- Classificação (código, por exemplo B29C 64/10);
- Nome do código (para a classificação B29C 64/10 corresponde à fabricação aditiva);
- Origem do depositante (residente para brasileiro e não residente para outros países);
- Origem do depósito (empresa, pessoa física, instituição de ensino e/ou mista), além do nome da empresa e/ou universidade e da pessoa física e seu estado do Brasil quando residente;
- Desenho da patente (adicionado quando existente no documento).

4. Resultados

Iniciando pelo período temporal, a contar a data de depósito do pedido, a primeira patente solicitada foi em 1994 intitulada “impressora fotográfica 3D e processo para imprimir um conjunto de imagens sobre a superfície fotossensível de um material de impressão lenticular”, de uma empresa norte-americana. É interessante pontuar que a primeira patente sobre manufatura aditiva data de 2013, parecendo esse termo ser mais atual. Na totalidade, 44% dos pedidos são dos últimos cinco anos, ou seja, a partir de 2020, mostrando que esse tema é emergente. A Figura 3 destaca a quantidade de patentes ao longo do tempo, sendo que o ápice foi no ano de 2021 com 17 pedidos.

Quanto à origem dos depósitos, como já ocorre no Brasil, 63% dos pedidos são de não residentes e 37% de residentes. Os pedidos de não residentes são a maioria de empresas, dentre elas destaca-se que a Hewlett-Packard possui 13 pedidos dos 72 de não residentes. O foco dessas patentes é relacionado à dispositivos de impressão (tecnologias de impressão, como cabeçotes de impressão e sistemas de ejeção de fluido), redes e comunicação (patentes sobre processamento de pacotes fora de ordem em motores de tipo de dados e identificadores de conjunto de serviços básicos múltiplos ininterruptos e relacionados à computação e armazenamento de dados e infraestrutura de tecnologia da informação empresarial). A Figura

4 mostra um cenário comum do Brasil, conforme já destacado nos estudos de (Grunewald, Kipper e Dal Forno, 2021) que nas patentes residentes a maioria são de instituições de ensino e no exterior o inverso ocorre, ou seja, a maioria das patentes são oriundas de empresas.

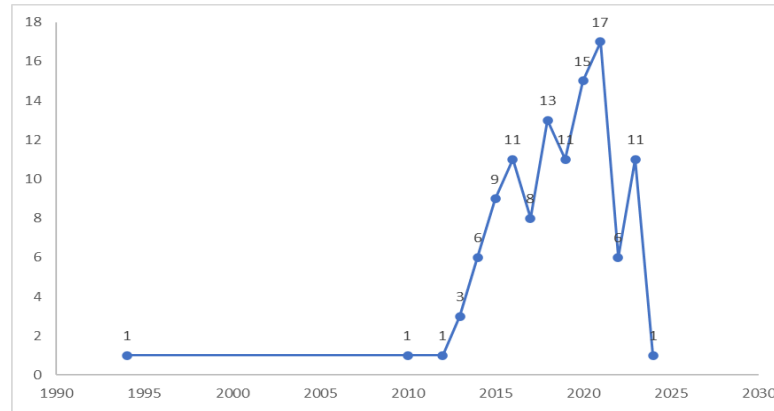


Figura 3: Quantidade de depósitos de patentes sobre manufatura aditiva e impressão 3D ao longo do tempo

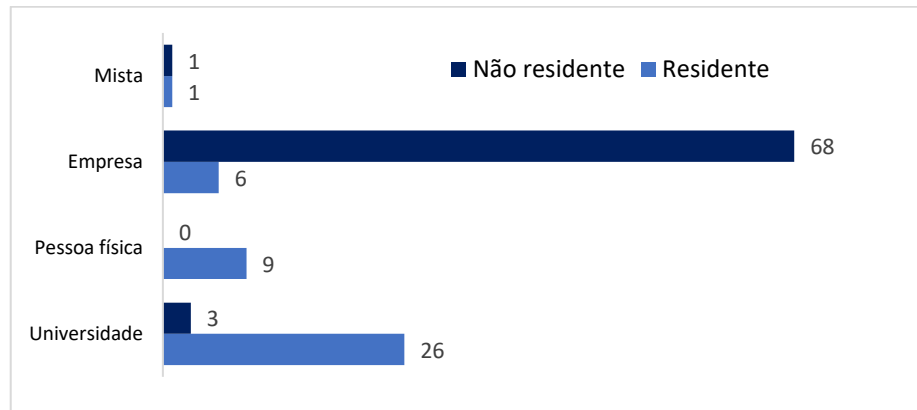


Figura 4: Classificação das patentes quanto à residentes e não residentes

Algumas empresas foram mapeadas quanto às tendências sustentáveis. No quadro 1 consta o nome delas e a origem, sendo três chinesas, três brasileiras e uma norte-americana. As informações foram retiradas dos *sites* de cada empresa.

Quadro 1: Tendências das empresas para a sustentabilidade em impressão 3D

Empresa	Tendência	País
SunLu	Utiliza resíduos de outras empresas na fabricação (economia circular)	China
ESun	Substituiu carretel de plástico por papelão para diminuir o impacto ambiental; Utilização de polímeros de PLA (ácido polilático) biodegradáveis derivados do milho.	China
BambuLab	Novos perfis de impressão (adição de retração antes do corte do filamento); Otimização do software de fatiamento.	China
3D Lab	Utilização de carretel reciclado	Brasil (MG)
3BE	Máquinas autônomas com inteligência artificial para melhoria da manutenção preventiva e qualidade da produção	Brasil (SP)
Artfull 3D Tesseract 3D	Produção local descentralizada para diminuir a pegada de carbono	Brasil (PR e SP)
Fabric8Labs	Investimento para escalar a tecnologia de Manufatura Aditiva Eletroquímica;	Estados Unidos

Criação de componentes de cobre de ultra resolução com substratos sensíveis à temperatura.

A linha do tempo dos últimos cinco anos, mostrada na Figura destaca as tecnologias e áreas de aplicação da impressão 3D identificadas nas patentes, sendo que se observou o desenvolvimento de novos polímeros, metais e cerâmicas para impressão 3D, ampliando a resistência e funcionalidade das peças produzidas. Quanto aos processos avançados, houve melhorias em técnicas de manufatura aditiva, combinando com a tradicional, como sinterização a laser e impressão por deposição de material. As aplicações para a área da saúde também se destacaram, como a impressão de próteses, órteses e até tecidos biológicos, revolucionando a medicina regenerativa e personalizada. Nas áreas da indústria aeroespacial e automotiva houve a produção de componentes leves e resistentes para aeronaves e veículos para reduzir custos e aumentar a eficácia, além da construção civil percebidas na impressão de estruturas arquitetônicas e casas, acelerando processos construtivos e reduzindo desperdícios.



Figura 5: Cronologia das tendências de impressão 3D identificadas nas patentes de invenção

Ainda sobre os depósitos de não residentes, uma patente está registrada mundialmente pela OMPI (Organização Mundial de Patentes Internacional), 32 são dos Estados Unidos e 17 patentes registradas pela Europa. Das demais patentes, identifica-se de alguns países europeus isoladamente, dentre elas, uma da Espanha, uma da Alemanha, uma da França, uma da Dinamarca, uma da Grécia, uma da Holanda, uma do Reino Unido e também uma da Coreia do Sul. Na Figura 6 há a distribuição percentual de cada país do mapeamento realizado nas 114 patentes do INPI.

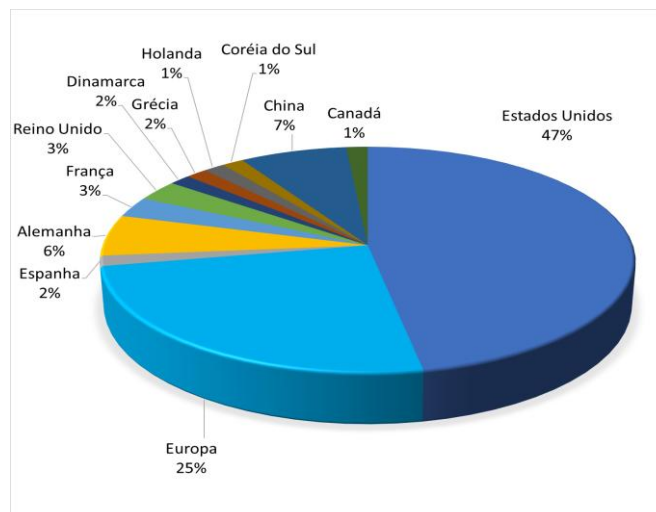
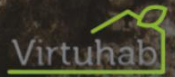
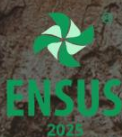


Figura 6: Distribuição dos depósitos de patentes conforme país dos não residentes



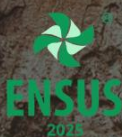
O Brasil também utiliza a Classificação Internacional de Patentes (IPC), criada em 1971 pelo acordo de Estrasburgo, cujas áreas tecnológicas são divididas nas classes A até H. Dentro de cada classe, há subclasses, grupos principais e grupos, através de um sistema hierárquico (WIPO, 2025). Ao analisar as oito categorias internacionais de classificação de patentes, era esperado que a categoria B tivesse mais pedidos, uma vez que nela estão enquadradas principalmente moldagem ou união de plásticos e moldagem de material em estado plástico quando um material específico não é identificado. Os exemplos incluem pedidos de subclasse com a temática:

- Fabricação aditiva;
- Materiais adaptados para fabricação aditiva;
- Moldagem por extrusão;
- Moldagem por pressão interna gerada no material;
- Modelos ou machos, processos de moldagem;
- Modelagem de materiais compostos, material plástico com reforços;
- Manufatura de peças ou artigos com pó metálico;
- Fabricação de pré formados;
- Manipulação e alimentação do material a ser moldado;
- Produção de artigos modelados a base de um material;
- Produtos em camadas compreendendo, essencialmente, resina sintética;
- Produção de pó metálico;
- Produtos em camadas compreendendo, essencialmente uma substância enrijecedora com água;
- Produtos em camadas caracterizadas pela falta de homogeneidade;
- Operação por feixe de raio laser;
- Corte ou soldagem a arco voltaico;
- Aparelhos para fabricação aditiva;
- Aparelhos ou métodos para produzir misturas de cimento;
- Recuperação de matérias plásticas;
- Mecanismo de pouso;
- Técnicas de modelagem não abrangidos pelos grupos.

A segunda categoria com mais pedidos foi a das “necessidades humanas”, que incluíram principalmente a área da saúde (próteses, implantes e ferramentas dentárias, filtros implantáveis nos vasos sanguíneos, dispositivos ou métodos especialmente adaptados para dar aos produtos farmacêuticos, materiais para próteses ou revestimento de próteses, instrumentos cirúrgicos, preparações medicinais caracterizadas pelos ingredientes não ativos usados por exemplo excipientes ou aditivos inertes). Também apareceu um pedido de produto alimentício intitulado “massa de goma de mascar e método de moldar goma de mascar por impressão 3D” e outro relacionado aos calçados, chamado de “método para formar uma sola boleada personalizada para calçado usando técnicas de impressão 3d, método para fazer um sapato”. Na Tabela 1 estão as quantidades de patentes de cada categoria, sendo que a B representou 62% dos pedidos.

Tabela 1: Quantidade de patentes conforme a classificação IPC

Categoria		Quantidade
A	Necessidades Humanas	14
B	Operações de Processamento; Transporte	71
C	Química e Metalurgia	13
D	Têxteis e Papel	3



E	Construções Fixas	0
F	Engenharia Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão	2
G	Física	10
H	Eletricidade	1

5. Conclusão

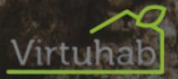
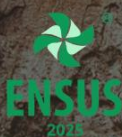
Os dados desse artigo reforçam a tendência mundial do Relatório do Escritório de Patentes da Europa (Epo, 2023) sobre as tendências de inovação nas patentes de impressão 3D e manufatura aditiva da Europa, ou seja, que entre 2013 até 2020 os pedidos de patentes globais em tecnologias de impressão 3D cresceram a uma taxa média anual de 26,3%. Isso significa quase oito vezes mais rápido do que para todos os campos de tecnologia como um todo. Essa tendência é visível em setores tão diversos quanto tecnologias médicas e de saúde, transporte, energia e máquinas ferramentas, com impacto crescente também em eletrônicos, bens de consumo, construção ou alimentos. Esse mesmo relatório apontou que os Estados Unidos e a Europa lideram os pedidos mundialmente. O mesmo foi verificado para o cenário brasileiro, um dos focos desse artigo.

Com o objetivo de realizar um mapeamento das patentes de invenção no Brasil, foi também verificado que os pedidos de patentes aumentaram com o passar dos anos, acompanhando as demais tecnologias emergentes da indústria 4.0. A análise dos 115 documentos demonstrou que 63% dos depósitos são de não residentes, principalmente de empresas dos Estados Unidos, dentre elas algumas conhecidas tais como a Hewlett-Packard, Xerox, 3M, Braskem, Aprecia Pharmaceutical e Goodrich Corporation. Das patentes brasileiras, a maioria (62%) são de universidades, dentre elas as da região:

- Nordeste - Universidade Estadual da Paraíba, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade de Campina Grande e Universidade Federal de Sergipe;
- Centro-Oeste – Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás;
- Sudeste - Universidade Federal de Uberlândia (dois depósitos), Universidade Federal de São Carlos (3 pedidos), Universidade Estadual de Campinas (3 pedidos), Universidade de São Paulo, Universidade Federal de São Carlos, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho e Instituto Federal de São Paulo;
- Sul - Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Quanto à classificação IPC, a categoria B que corresponde à operações de processamento e transporte, teve 71 pedidos depositados, que inclui técnicas de moldagem, como injeção, compressão, extrusão, entre outras, além de tratamentos posteriores dos produtos moldados, como reparo.

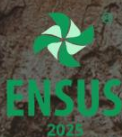
Por fim, com o foco na sustentabilidade, foi confirmado na prática o que a literatura já identificava como as vantagens da impressão 3D e da manufatura aditiva – as tendências de reciclagem de filamentos e a utilização de materiais biodegradáveis, a redução de resíduos; a utilização de materiais ecológicos como o PLA, dentre outros que incentivam a economia compartilhada; o desenvolvimento de máquinas que consomem menos energia e também demais melhorias de processos, por exemplo, a redução de estoques com a produção sob demanda.



As melhorias foram identificadas também em empresas que visam ações sustentáveis no tripé social, ambiental e econômico, pois não somente com a reciclagem e substituição de materiais que há ganhos, mas também pelo fato das peças serem mais leves quando fabricadas em impressão 3D. Os estudos futuros irão comparar os benefícios obtidos com a fabricação aditiva em áreas específicas como a educação, saúde e entretenimento; assim como o impacto na produtividade dessa e das demais tecnologias da indústria 4.0.

Referências

- 3BE. O futuro da impressão 3D 2024: previsões para os próximos dez anos.
- AREFIN, A. M. E. *et al.* Polymer 3D Printing Review: Materials, Process, and Design Strategies for Medical Applications. *Polymers*, v. 13, n. 9, p. 1499, 6 maio 2021.
- ARIF, Z. U. *et al.* Additive manufacturing of sustainable biomaterials for biomedical applications. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 18, n. 3, p. 100812, maio 2023.
- ARRIBAS, V.; ALFARO, J. A. 3D technology in fashion: from concept to consumer. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, v. 22, n. 2, p. 240–251, 9 maio 2018.
- BATAGLINI, W. V. *et al.* 3D printing technology: An overview of the textile industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Anais...2021
- BERNARDO, M. *et al.* Processamento e aplicação de biomateriais poliméricos: avanços recentes e perspectivas. *Química Nova*, 2021.
- BESKO, M.; BILYK, C.; SIEBEN, P. G. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. *Gest. Tecnol. Inov.*, v. 1, n. 3, p. 9–18, set. 2017.
- BETIM, D. *et al.* Análise de cenários prospectivos: um estudo sobre a manufatura aditiva no Brasil em 2024. *XVI Seget. Anais...AEDB, 2019* Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos19/16228143.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2025
- BUI, V. D. *et al.* Integrating 3D-printed Mo₂CTx-UiO-66@rGQDs nanocatalysts with semiconducting BiVO₄ to improve interfacial charge transfer and photocatalytic degradation of atrazine. *Applied Catalysis B: Environment and Energy*, v. 365, p. 124924, maio 2025.
- ELHADY, S. *et al.* Innovations in 3D Printing-Assisted Biopolymers for Biomedical Applications. *Em: Sustainable 3D Printing for Innovative Biopolymer Production and Applications*. [s.l.] Wiley, 2025. p. 95–116.
- EPO. Innovation trends in additive manufacturing. [s.l.: s.n.].
- FURLAN, N. DE K. C.; BARBOSA, M. C. C. D.; MORETTO JUNIOR, M. G. Avaliação de tecnologias e dispositivos para a bioimpressão 3D de tecidos aplicados à área médica. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 7, n. 2, p. e69310, 30 abr. 2024.
- GHOSH, S.; YI, H.-G. A Review on Bioinks and their Application in Plant Bioprinting. *International Journal of Bioprinting*, v. 8, n. 4, p. 612, 2 set. 2022.
- GRUNEWALD, I.; KIPPER, L. M.; DAL FORNO, A. J. Mapeamento de Invenções no Setor Têxtil a partir de uma análise das Patentes no Brasil. *III Simpósio Nacional de Engenharia de Produção - SINEP*. Anais...Dourados/MG: UFGD, 2021
- JABIL. 3D Printing Technology Trends - A Survey of Additive Manufacturing Decision-Makers. [s.l.: s.n.].



KELLENS, K. *et al.* Environmental Dimensions of Additive Manufacturing: Mapping Application Domains and Their Environmental Implications. *Journal of Industrial Ecology*, v. 21, n. S1, nov. 2017.

KHAN, M. A. H. *et al.* Comprehensive review of 3D printed concrete, life cycle assessment, AI and ML models: Materials, engineered properties and techniques for additive manufacturing. *Sustainable Materials and Technologies*, v. 43, p. e01164, abr. 2025.

LEIST, S. K. *et al.* Investigating the shape memory properties of 4D printed polylactic acid (PLA) and the concept of 4D printing onto nylon fabrics for the creation of smart textiles. *Virtual and Physical Prototyping*, v. 12, n. 4, p. 290–300, 2 out. 2017.

LI, H.; SUN, J.; COLOMBO, P. Effect of sol impregnation and changes in sol pH on mechanical properties of 3D printed alumina ceramics. *Ceramics International*, v. 50, n. 19, p. 34987–34998, out. 2024.

LOHR, C. *et al.* Investigation on the recycling potential of additively manufactured carbon fiber reinforced PA 6.6. *Composite Structures*, v. 352, p. 118683, jan. 2025.

SCHWAB, K. *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Currency, 2017.

SHAH RUBUDIN, N.; LEE, T. C.; RAMLAN, R. An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, v. 35, p. 1286–1296, 2019.

SUN, M. *et al.* Optimal after-sales service offering strategy: Additive manufacturing, traditional manufacturing, or hybrid? *International Journal of Production Economics*, v. 268, p. 109116, 2024.

TOPFSTEDT, T. A. *Aplicações da Impressão 3D: Educação e Sustentabilidade em Foco*. Blumenau: UFSC, 2024.

WIPO. *International Patent Classification (IPC)*.

ZHAO, Q. *et al.* Advances and application potential in the research of silicate mineral-based 3D printing materials. *Progress in Materials Science*, v. 152, p. 101450, jun. 2025.

Agradecimento

Os autores agradecem à FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina) pelo apoio financeiro.