

## IMPRESSORA 3D ADITIVA E ACESSÍVEL ECONÔMICAMENTE

Athos Reveilleau<sup>a</sup>, Leonardo Meneghel<sup>a\*</sup>, Tiago Conceição da Silva<sup>a</sup>

a) FSG Centro Universitário

Informações de Submissão	Resumo
<p>Athos Reveilleau, endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472</p> <p>Tiago Conceição da Silva, endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472</p>	<p>A impressão 3D também conhecida como manufatura aditiva é uma tecnologia não muito recente onde surgiu a mais de trinta anos possibilitando a fabricação de peças através da deposição de finas camadas de material sobrepostas até que o objeto seja moldado com a forma desejada. Através da tecnologia da manufatura aditiva é possível criar um objeto físico partindo de um arquivo de algum software com o qual seja possível elaborar um projeto 3D obtendo peças de forma rápida, com a qualidade desejada, em baixa ou larga escala de produção e ainda com as mais variadas geometrias. O presente artigo menciona tópicos de como surgiu e como funciona a impressora 3D, correlaciona algumas vantagens em relação ao processo tradicional de manufatura de peças bem como as áreas que apresentam grandes potenciais de campo de atuação fazendo o uso desta tecnologia inovadora.</p>
<p><b>Palavras-chave:</b></p> <p>Impressão 3D. Tecnologia de impressão. Prototipagem.</p>	

## 1 INTRODUÇÃO

O termo impressão 3D está cada vez mais inserido em nossas vidas, esta tecnologia permite a produção das mais variadas peças de maneira rápida e prática com boa qualidade a um preço competitivo.

Uma impressora 3D permite a produção da peça por depósito da matéria-prima, geralmente polímeros, em camadas sucessivas até alcançar o modelo final da peça, obtendo uma geometria nas três dimensões (KELLY, 2014). Para a criação de uma peça impressa por este processo, inicia-se o modelamento com o auxílio de um software de desenho, com o modelo 3D finalizado é necessário a utilização de um novo software específico para transformar a modelagem tridimensional em linhas de comando para que possamos criar as camadas da peça impressa. A última etapa é alimentar a

impressora com este comando gerado, usualmente através de um cartão de memória ou USB.

A impressão de polímeros, é responsável pela maior quantidade de peças impressas na atualidade, como por exemplo o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e o PLA (Ácido Poliático).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Atualmente a impressão 3D está ganhando espaço pela facilidade em produzir produtos acabados, como por exemplo, brinquedos, próteses, enfeites, esculturas, maquetes, peças para máquinas, etc.

Esta tecnologia não é recente como parece, sua primeira versão da máquina tem mais de 30 anos, quando em 1984 o engenheiro norte americano Chuck Hull, formado em 1961 na universidade do Colorado desenvolveu na época a estereolitografia, tecnologia precursora da impressão 3D utilizada atualmente. Hull trabalhava na década de 80 desenvolvendo lâmpadas para a solidificação de resinas. O processo da empresa onde Hull trabalhava utilizava luz ultravioleta para adicionar finas camadas de plástico sobre móveis. A demora no processo para a produção de pequenas peças fez com que Hull buscasse desenvolver algo para melhorar e acelerar o processo, Hull imaginou que poderia obter objetos tridimensionais colocando milhares de finas camadas de resina umas sobre as outras gravando a forma desejada e solidificando o material através da luz. Após mais de um ano realizando testes em laboratório, Hull desenvolveu um sistema onde a luz incidia sobre um tanque fotopolímero (material que muda de estado líquido para sólido quando a luz ultravioleta incide sobre ele), dentro deste tanque existe uma plataforma móvel na qual a peça impressa usa como base. No momento que o fotopolímero é atingido pela luz ultravioleta, este sendo solidificado e a plataforma se desloca para baixa deixando uma fina espessura para que a próxima camada seja solidificada. A impressão é realizada camada a camada até o final do processo obtendo a forma da peça desejada, seus primeiros protótipos foram feitos em laboratório na década de 80 (DUARTE, 2014).

Em 1986 Hull fundou a empresa 3D Systems patenteando sua invenção foi em busca de investimento e consumidores para seu produto. Logo lançou a primeira versão comercial da tecnologia obtendo sucesso no ramo automobilístico, aeroespacial e biomédico. Em seguida, empresas como General Motors e Mercedes Benz incorporaram em seus processos produtivos a impressora 3D, mostrando a funcionalidade e eficiência da invenção de Hull.



Figura 1: Inventor da estereolitografia Charles Hull, em suas mãos uma impressão de seu busto.

### 3 METODOLOGIA

Este artigo foi baseado em uma pesquisa bibliográfica, tendo como fundamento as contribuições culturais ou científicas realizadas no passado sobre um determinado problema, tema ou assunto que possa ser estudado (LAKATOS E MARCONI, 2001; CERVO E BERVIAN, 2002).

Para Lakatos e Marconi (2001, p. 183), a pesquisa bibliográfica é:

[...] abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. [...] e sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...].

Todo trabalho científico ou pesquisa, deve ser baseado na pesquisa bibliográfica, para que não se desperdice tempo com um problema que já foi solucionado e possa chegar a conclusões inovadoras (LAKATOS E MARCONI, 2001).

Segundo Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica desenvolve-se a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos e é importante para o levantamento de informações básicas sobre os aspectos direta e indiretamente ligados à nossa temática. A principal vantagem está no fato de que o investigador adquire um instrumento analítico para qualquer outro tipo de pesquisa.

A técnica de análise utilizada neste projeto foi a Análise de Conteúdo, segundo Bardin (1977, p. 30) “análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações”, extraindo conteúdos por trás da teoria analisada, enriquecendo a leitura e ultrapassando as incertezas. Segundo Laville e Dione (1999), por meio da análise de conteúdo, tende-se a desmontar a estrutura e os elementos do conteúdo, esclarecendo seus diferentes significados e características. Contudo, a análise de conteúdo não é um método de sequência fixa de etapas fatalmente se obtêm os resultados desejados.

Quanto à operacionalização do método, os autores citam que uma das tarefas do pesquisador agrupar os conteúdos em categorias de elementos recortados do conteúdo. Que posteriormente constituirão as unidades de análise, no sentido de que “[...] cada um desses fragmentos de conteúdo deve ser completo em si mesmo no plano do sentido” (LAVILLE E DIONNE, 1999).

O passo seguinte ao recorte dos conteúdos é a definição das categorias analíticas, “[...] rubricas sob as quais virão se organizar os elementos de conteúdo agrupados por parentesco de sentido [...]” (LAVILLE E DIONNE, 1999, p. 219). As definições se dividem em três categorias: o modelo aberto, as categorias moldam-se no decorrer do processo de análise; o modelo fechado, em que o pesquisador pré-estabelece as categorias com base em um modelo teórico, verificando-o em seguida e o modelo misto, que faz uso dos dois modelos anteriores, ou seja, estabelece inicialmente categorias que poderão ser modificadas a partir da demanda do processo de análise (LAVILLE E DIONNE, 1999).

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O princípio de funcionamento da impressão 3D, ou Fused Deposition Modeling (modelagem por fusão e depósito) é basicamente através da adição de finas camadas de material sobrepostas. A impressão dos objetos ocorre adicionando camada a camada até que seja construído completamente obtendo a forma desejada. Para a criação do objeto a ser impresso na tecnologia 3D, é preciso de um projeto de componente 3D e programa específico que divide o objeto em finas camadas horizontais e produz as linhas de comando para a impressora.

Na etapa de impressão, o injetor aquece a matéria prima até a temperatura de fusão do polímero, ao fundir, o material é injetado em uma base que se movimenta em dois eixos criando as camadas horizontais umas sobre as outras até que o objeto fique totalmente pronto.

Os materiais mais comuns utilizados nas impressões 3D são os polímeros ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e o PLA (Ácido Poliático). O ABS é um polímero de baixa densidade e rígido, que apresenta boas características em relação a resistência mecânicas, químicas e boa flexibilidade. O PLA é um polímero termoplástico biodegradável, obtido através do ácido láctico fermentado, que vem substituindo os plásticos convencionais em diversas aplicações.



Figura 2: Filamento de impressão em PLA  $\varnothing$  1,75 mm, aproximadamente 1 Kg/rolo.

Diferente da maioria dos processos de manufatura tradicional, na tecnologia de impressão 3D, é possível processar diversos materiais em um único processo,

---

permitindo reduzir os custos do processo de fabricação, desperdício de material e sem a necessidade de intervenções manuais durante sua fabricação.

#### **4.1 Vantagens da Impressora 3D**

A tecnologia de impressão 3D pode ser utilizada para as mais variadas finalidades, este processo permite gerar peças de maneira rápida e com qualidade a um baixo custo de produção. Antes da existência da tecnologia de impressão 3D, a produção de um protótipo era trabalhosa pois deveria ser modelado manualmente para que o molde seja fabricado. Em alguns casos, o custo deste protótipo artesanal possuía um elevado custo, devido ao tempo e mão de obra necessária para a sua fabricação.

Com a utilização da tecnologia de impressão 3D, esses protótipos estão se tornando muito próximos e interativos, em alguns casos chegam até a ser confundidos com as suas versões finais. Em 2014, por exemplo, a montadora Local Motors, causou entusiasmo no Salão da Indústria de Chicago quando imprimiu em 44 horas um protótipo de carro exclusivo. Com uma única peça a impressora produziu o chassi, a carroceria, e posteriormente, a equipe da montadora adicionou as outras partes manualmente do produto. Demonstrando que a produção de componentes em um ambiente controlado de maneira rápida a um custo aceitável são as principais características da tecnologia 3D com flexibilidade e rapidez para a obtenção do produto final acabado.

A tecnologia de impressão 3D permite a produção de peças personalizadas de acordo com a necessidade e características específicas do cliente. Em 2015, a Adidas desenvolveu uma iniciativa chamada Future craft, que consiste na produção de tênis de corrida com a sola impressa em 3D, sob medida para cada cliente. Utilizando tecnologia de design 3D o consumidor entra na loja e corre por um determinado tempo em uma esteira que capta o desenho e dinâmica da forma da pisada, podendo ter impresso um solado específico para seus passos. Outra vantagem do processo de impressão 3D é quanto a possibilidade de impressão de peças muito complexas de uma só vez, utilizando a quantidade de matéria prima necessária evitando o desperdício. Na indústria aeroespacial onde a matéria prima possui alto valor, a aplicação da tecnologia de impressão 3D auxilia na redução de custos quando comparando com processos tradicionais.

#### **4.2 Setores da Indústria em que a Tecnologia da Impressão 3d vem crescendo.**

A indústria aeroespacial foi uma das primeiras a adotar a manufatura aditiva das impressoras 3D. Na suarealidade de produção, estão inseridos um dos mais complexos padrões de desempenho da indústria, por exigir que as peças suportem condições extremas. Engenheiros que projetam e fabricam para peças aeroespaciais, comerciais e militares, precisam de componentes que atendam exigências específicas, que geralmente são fabricados com materiais de elevado valor e excelentes propriedades. A impressão 3D possibilita a fabricação peças complexas e com propriedades mecânicas relevantes, permitindo a criação de protótipos e peças com redução de massa, gerando ganhos como por exemplo, economia de combustível de aeronaves.

A indústria médica está em constante inovação e as soluções de manufatura aditiva têm sido peça chave para justificar avanços no tratamento de pacientes. De protótipos funcionais a modelos anatômicos e componentes cirúrgicos, a manufatura aditiva abre portas para avanços de dispositivos que podem salvar vidas. Entre eles, dispositivos de implantes ortopédicos, dentários e ferramentas cirúrgicas personalizadas. Médicos e profissionais da área estão utilizando os materiais biocompatíveis da tecnologia para reproduzir em 3D réplicas de corações, vasos sanguíneos, rins, e outras partes do corpo humano.

Atualmente no ramo metal mecânico, existem centros de usinagem com cinco eixos que combinam os processos de usinagem tradicional com a tecnologia de impressão 3D, processo conhecido como manufatura híbrida. Desta forma, o processo de usinagem tradicional está se rendendo aos benefícios da tecnologia de impressão 3D, onde combinando ambos os processos podemos obter peças com uma maior complexidade antes impossível no método tradicional. Conseqüentemente este processo gera ganhos referente ao tempo de processo, pois possibilita a usinagem de peças com geometrias complexas sem a utilização de diversas ferramentas, assim reduzindo custos, promovendo maior eficiência, produtividade e qualidade das peças.



Figura 3: Alguns setores da indústria em que a impressão 3D está crescendo.

#### 4.3 Valor de uma Impressora 3D

O custo de fabricação juntamente com o avanço nos métodos de impressão são fatores que vem viabilizando e barateando cada vez mais o alcance da tecnologia de impressão 3D. Na década de 90 era preciso investir cerca de um milhão de dólares para aquisição de uma impressora 3D.

Com a expansão do mercado e de fabricantes nacionais do equipamento, o valor reduziu não sendo necessário importar a tecnologia em adição. É evidente que o preço da impressora 3D depende muito da tecnologia agregada ao produto, porém é possível obter impressoras nacionais a um custo de R\$ 1.500,00 (valor em março de 2018).





Figura 4: Impressora 3D de pequeno porte.

#### **4.4. Quais peças podemos produzir com o auxílio de uma Impressora 3D**

Na atualidade a impressora 3D pode ser aplicada para diversos fins como por exemplo: área de design, arquitetura, indústria aeroespacial, indústria automobilística, área da saúde, educação entre outras. A gama de peças e produtos que podemos obter através desta tecnologia é ampla, partindo da fabricação de brinquedos, ferramenta industriais, próteses até tecidos humanos para pacientes que precisam de implantes.

Existe uma previsão de que em um futuro breve a impressora 3D esteja acessível e mais próxima do dia a dia das pessoas para toda e quaisquer necessidade de aplicação.

#### **4.5 Desenvolvimento e Custo para Montagem de uma Impressora 3D**

Com o auxílio do programa Solidworks, foi realizado o projeto para a construção de uma impressora 3D, batizado de “ARTS01”. O projeto baseou-se em utilizar a impressora já existente para realizar a impressão da maior parte do projeto, a tabela 1 apresenta os valores:

Descrição	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Componentes Impressos 3D em ABS	1	R\$291,30	R\$291,30
Componentes de chapas cortadas em Laser	1	R\$96,00	R\$96,00
Vidro	1	R\$30,00	R\$30,00
Guia Linear 1045 H11 8 mm x 1000 mm	4	R\$16,63	R\$66,52
Kit Impressora 3D <i>Reprap c/</i> controlador	1	R\$316,51	R\$316,51
Fuso trapezoidal TR8 Passo 8 mm x 400 mm com castanha	3	R\$52,70	R\$158,10
Conjunto Bico Extrusor	1	R\$100,99	R\$100,99
Motor de Passo 1,2 Kgf.cm	4	R\$46,90	R\$187,60
Bucha de Latão	4	R\$20,00	R\$80,00
Kit de Molas, Parafusos e Porcas	1	R\$10,00	R\$10,00
	<b>Custo Total</b>	<b>R\$1.337,02</b>	

Tabela 1: Custo para Fabricação de uma Impressora 3D de pequeno porte.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao custo dos componentes da impressora, foi verificado que não é economicamente viável o investimento. Nos valores da tabela 1, não foi incluído o tempo de projeto, a mão de obra para montagem e os custos de pintura, visto que os valores dos componentes já aproximam do valor de uma impressora nacional. Entretanto, uma alternativa para a aquisição é por importação, em que o valor final da máquina incluindo as taxas de importação seria de aproximadamente 70% do valor de uma impressora nacional.

A tecnologia da impressão 3D está cada vez mais presente em nosso cotidiano deixando assim de ser algo do futuro e sendo vista como uma grande inovação da indústria na atualidade. Este processo tende a expandir em diversas áreas como por exemplo a medicina onde médicos e engenheiros atuando juntos no desenvolvimento da

ferramenta tendem a viabilizar vários tratamentos de pacientes que até então não era possível.

Estima-se que com o passar dos anos o custo de tais impressoras 3D sejam relativamente acessíveis a boa parte da população fazendo com que a estas estejam presentes em nosso dia a dia proporcionando uma mudança radical em relação aos meios de consumo atuais.

Na área das engenharias esta tecnologia permite o desenvolvimento de novos produtos utilizando materiais com melhores propriedades de desempenho e eficiência como por exemplo resistência, custo e peso associados a ganhos de produtividade e redução no tempo de produção.

## 6 REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

Dell Tecnologias do Futuro. **4 Maneiras como Impressoras 3D mudarão sua vida**. Disponível em: <http://delltecnologiasdofuturo.ig.com.br/para-voce/4-maneiras-como-impressoras-3d-mudarao-sua-vida>. Acessado em 30/05/2018.

DUARTE, H. Techtudo – A tecnologia Descomplicada. **Descubra como surgiu a Impressora 3D, 2014**. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticias/201/04/descubra-como-surgiu-impressora-3d.html>. Acessado em 23/04/2018.

KELLY, J. F. **3D Printing: Build Your Own 3D Printed and Print Your Own 3D Objects**. Indianópolis, 2014.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LWT Sistemas. **As 5 grandes vantagens da Impressão 3D para revolucionar a indústria**. Disponível em: <http://www.lwtsistemas.com.br/vantagens-da-impressao-3d-revolucionar>. Acessado em 30/05/2018.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3. ed.** Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

Wishbox Technologies. **Conheça Chuck Hull: o criador da Impressora 3D.** Disponível em: <http://blog.wishbox.net.br/2016/05/16/chuck-hull>. Acessado em 23/04/2018.

Oficina da Net. **Como funciona e como surgiu a Impressora 3D.** Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/11352-como-funciona-e-como-surgiu-a-impressora-3d>. Acessado em 15/05/2018.

7ANEXO

