

IMPRESSÃO 3D COMO FERRAMENTA PARA APRIMORAMENTO DIDÁTICO NA ENGENHARIA MECÂNICA

Luan David Jacinto Batista¹, Pedro Paulo Pereira Gallo¹, Ubirajara Costa Silveiras¹, Roger da Silva Rodrigues²

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica

² Mestre em engenharia Mecânica – Professor Multivix – Serra

RESUMO

Equipamentos de prototipagem rápida vêm se consolidando como processo inovador de fabricação, que a cada dia está se tornando mais aplicável nas indústrias. Neste contexto, o seguinte artigo evidencia como o uso dessas tecnologias poderão influenciar o ambiente acadêmico, especialmente no curso de engenharia mecânica, e contribuir para uma formação melhor, mais completa e alinhada com as tendências de mercado. Por meio de revisão bibliográfica buscou trazer à tona as tecnologias existentes, evidenciar as principais aplicações na indústria e os benefícios de tal tecnologia. Sabido a complexidade dos cursos de engenharia, reconhecidos pelas altas taxas de evasão, buscou-se por meio de pesquisa com os discentes e análise da ementa do curso propor formas de utilização da impressora 3D, com objetivo de promover atividades práticas ou construção de elementos didáticos para aumentar a compreensão dos conteúdos aos discentes. Tecnologias diversas são utilizadas no meio acadêmico para auxílio a aprendizagem, e equipamentos de impressão 3D podem ser utilizado de forma efetiva para o mesmo fim e contribuir de forma indireta, por meio de produção de material didático, ou de forma direta com a interação do aluno com esse tipo de equipamentos tendo em vista os processos envolvidos na sua operação.

Palavras Chave: Impressão 3D, engenharia mecânica, prototipagem rápida

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos novas tecnologias vão surgindo e muitas destas vão sendo empregadas pelas indústrias para a manutenção da eficiência, competitividade e auxílio inovador para firmar o compromisso com o desenvolvimento sustentável das atividades econômicas (FERREIRA et al., 2016).

Nesse contexto a manufatura aditiva (MA) traz uma nova alternativa na produção de estruturas mais leves, eficientes e inovadoras e é atualmente um importante recurso para desenvolvimento do cenário produtivo (AIRES et al., 2019).

Sobre esse aspecto a manufatura aditiva, assim como na indústria, pode trazer aos alunos de graduação uma experiência pedagógica que certamente contribuirá para formação do profissional alinhado com as novas tecnologias e iniciar os discentes na cultura da indústria 4.0 (SANTOS, 2018).

A complexidade do estudo da engenharia traz para os alunos grandes desafios na aprendizagem e as tecnologias disponíveis sempre estiveram posicionadas como importantes ferramentas didáticas, nesse sentido que a utilização da manufatura aditiva no ambiente de graduação pode trazer a materialização da teoria em objetos, simulados o incentivo a criatividade e inovação para os profissionais em formação (MORAES, 2018).

Segundo Melito (2014) essa contribuição para o ensino é importante quando o aluno está entusiasmado em obter conhecimento e seu aprendizado é satisfatório, ele sente-se motivado a produzir cada vez mais, torna-se mais analítico e preparado para desafios maiores quer seja acadêmico ou profissional.

Tal processo é descrito por Bandura et al. (2008) como autoeficácia, o autor afirma que com base na sua própria percepção de capacidade serão baseados suas decisões futuras e com base nela escolhem os desafios que querem enfrentar, o esforço que dedicarão ou até mesmo quanto tempo perseverar diante de obstáculos.

Buscando evidenciar as possibilidades e benefícios de utilização das impressoras 3D para aprimoramento didático na engenharia mecânica, o presente artigo tem como objetivo responder a seguinte pergunta: Como a manufatura aditiva pode contribuir para a didática e formação na graduação da engenharia mecânica? E para isso é explicado o que é a manufatura aditiva, evidenciado o uso da impressão 3D na indústria, bem como as possibilidades de utilização no eixo técnico da graduação de Engenharia Mecânica e assim fazer uma análise dos benefícios para os discentes do uso das tecnologias de impressão 3D no curso de Engenharia Mecânica.

2. MANUFATURA ADITIVA

Segundo Moraes e Bonatelli (2018) a Manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, é um método de fabricação através da deposição do material base, camada por camada, realizadas de forma sucessiva para a formação dos sólidos tridimensionais, conforme ilustra a imagem 1 a seguir.

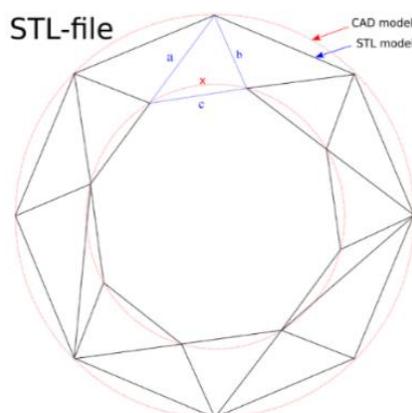
Imagem 1 - Principais etapas do processo de fabricação

(a)	(b)	(c)	(d)
			
Modelo geométrico 3D (por exemplo, CAD)	Planejamento de processo (fatiamento)	Processamento por adição das camadas	Peça fabricada
Fonte: VOLPATO, 2017, p. 17			

De acordo com Volpato (2017) o processo de fabricação através dessa tecnologia pode ser detalhado em 5 etapas. A primeira diz respeito a construção do modelo geométrico 3D que é realizado através de softwares CAD, como Solidworks, Blender, ThinkerCAD ou aparelhos de engenharia reversa como scanners, imagem 1a.

A segunda é a conversão do modelo 3D para um formato específico de impressão 3D, geralmente o STL, esse tipo de formato transcreve a superfície de um objeto em formas geométricas de 3 dimensões, geralmente em uma malha de triângulo de acordo com a imagem 2 abaixo (3DLAB, [s.d.]).

Imagem 2 - Modelo CAD 3D x Modelo STL 3D

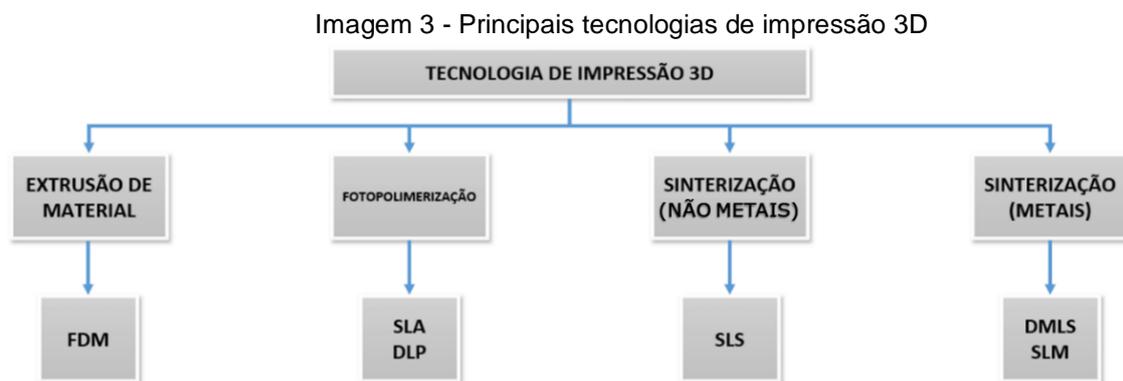


Fonte: 3DLAB, [s.d.]

A terceira é o planejamento do processo (fatiamento), nessa etapa é feito a configuração do fatiamento da estrutura, posicionamento do modelo definido, a melhor estratégia de fabricação e configuração dos parâmetros da impressora, imagem 1b (VOLPATO, 2017).

A quarta etapa é caracterizada pela automação do processo de fabricação, sendo necessário apenas a intervenção humana para garantir o suprimento de matéria prima, imagem 1c. A quinta e última é o Pós-processamento, são etapas após a construção da peça na máquina 3D que podem incluir: limpeza, remoção de estrutura de suporte, acabamento com outros processos de fabricação, imagem 1d (VOLPATO, 2017).

As principais tecnologias de impressão 3D de acordo com o princípio de processamento de camadas, podem ser estratificadas em três processos principais: extrusão de material; fotopolimerização; e de sinterização. A seguir expostas conforme Imagem 3. (PORTELA, s.d).



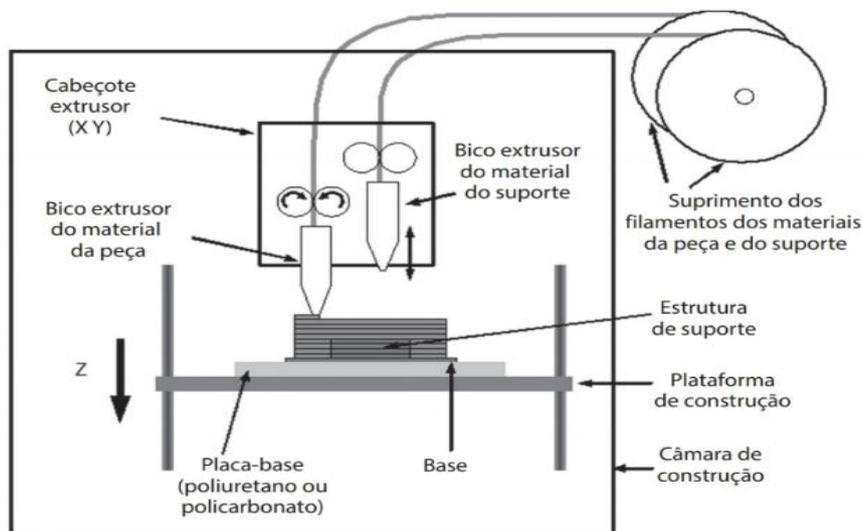
Fonte: Adaptado, PORTELA, [s.d.]

Podemos descrever segundo Volpato (2017) as principais tecnologias de impressora de cada classe como:

- **FDM (fused deposition modeling):** O material extrudado é alimentado por filamentos tracionados. Esse tipo de máquina que pode trabalhar com dois tipos de filamento, um para a peça fabricada e outro para ser utilizado na estrutura de suporte do objeto. Os principais materiais utilizados nesse tipo de equipamento são os poliméricos como o acrilonitrila butadieno estireno (ABS), policarbonatos (PC), Nylon e poliamidas para uso em aplicações de engenharia.

A Imagem 4 mostra um esquema de funcionamento da impressora FDM.

Figura 4 - Princípio de funcionamento FDM



Fonte: VOLPATO, 2017, p. 150

- SLA (stereo-lithography apparatus) e DLP (digital light processing):** Esses modelos de impressora, SLA e DLP, produzem objetos pela reação química devido a incidência de calor, por meio da irradiação de uma fonte de luz ultravioleta (UV) ou visível em resinas líquidas fotocuráveis. A principal diferença entre o tipo SLA e DLP está em como o laser é projetado na resina para fabricação do componente. No tipo SLA o feixe do laser é movimentado através de um conjunto óptico que reproduz a geometria 2D, nas direções X e Y no espelho de digitalização, para formação da camada conforme planejamento do processo (fatiamento). Já nas impressoras tipo DLP cada fatia é representada por uma imagem bitmap que é projetada e refletida por espelhos na resina, o controle das imagens é feito por um processador de luz digital, digital light processing (DLP), que dá nome ao processo, o deslocamento entre fatias é realizado pela plataforma.

A Imagem 5 traz como é um equipamento do tipo SLA e DLP (VOLPATO,2017).

Imagem 5 - SLA x DLP

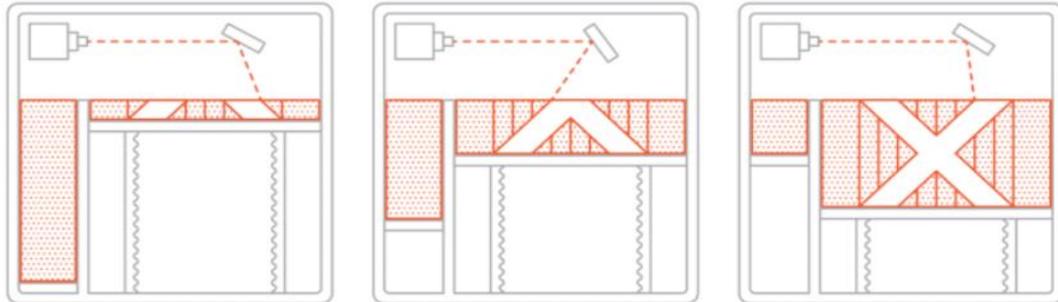


Fonte: Adaptado BETECH, 2020

- **SLS (selective laser sintering), SLM (selective laser melting) e DMLS (direct metal laser sintering):** Esses métodos tem certa similaridade aos processos citados no item anterior, porém o material em vez de líquidos estão em seu estado sólido e em forma granular, quando o laser varre o leito com o material granular, geralmente em pó, provoca a sinterização/fusão do material, um dispositivo de recobrimento espalha uma nova camada de material e o processo de fusão/sinterização da camada recomeça até a construção total do elemento. Os processos citados se diferenciam pelo tipo de material sinterizado, SLS para não metálicos, SLM e DMLS para materiais metálicos. Se diferenciam pois o SLM tratar-se do processo que permite a fusão de um único metal e o DMLS possibilita fundir um compósito de material metálico.

A Imagem 6 demonstra esquematicamente o processo já citado para formação do objeto (VOLPATO, 2017).

Imagem 6 - Funcionamento de impressoras DMLS e SLM



Fonte: 3DLAB, [s.d.]

2.1 Vantagens da manufatura aditiva

Segundo Ferreira et al. (2016) pode citar como principais vantagens dos processos de impressão 3D:

1. Possibilidade de construção de estruturas complexas;
2. Baixo desperdício de matéria prima comparada a outros processos;
3. Não existe a necessidade de construção de moldes ou ferramentas para fabricação de objetos;
4. Na sua grande maioria a construção é feita por apenas uma máquina;
5. Construção rápida de protótipos em escalas ou tamanho real;
6. Baixo custos para otimização de peças de muito interesse na fase de projeto dos elementos;

3. APLICAÇÃO DA IMPRESSÃO 3D NA INDÚSTRIA

De acordo com Santos et al. (2018) a impressão 3D tem grande potencial e hoje já é utilizada na produção de protótipos e componentes individuais, maquetes, peças de substituição, implementos médicos e até mesmo para pontes.

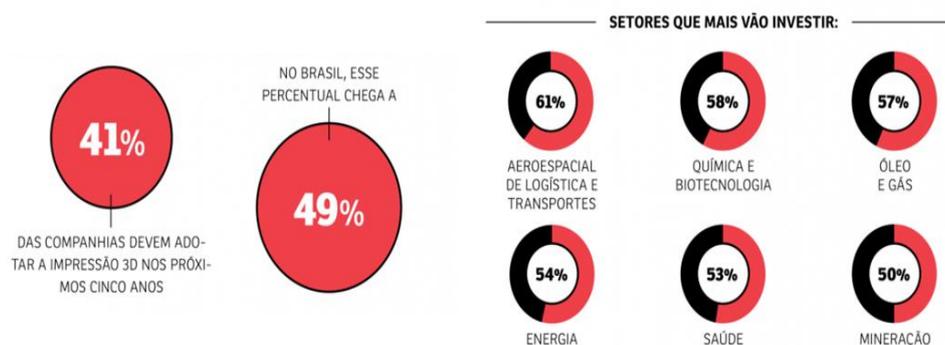
Essa tecnologia já bem difundida nas indústrias aeroespaciais, automobilísticas, de bioengenharia, indústria de eletrodomésticos e que cada vez mais está sendo utilizado na indústria de forma generalizada conforme as empresas vão conhecendo a tecnologia (VOLPATO, 2017).

Em artigo divulgado pela revista VOCÊ S/A intitulado “As impressoras 3D vão mudar o mundo e estes setores já estão se adaptando” ela trouxe um

panorama do uso dessa tecnologia no mundo e no Brasil e os setores que terão grande investimento, mostrando o impacto dessa tecnologia até 2022.

A Imagem 7 traz gráficos de acordo com relatório futuro do trabalho em 2018, produzido pelo Fórum Econômico Mundial, trazendo a perspectiva para os próximos 5 anos (AMARO, 2019).

Imagem 7 - Projeção do futuro da manufatura aditiva



Fonte: AMARO, 2019

Atualmente já é observado a utilização e popularização dessa ferramenta, ultimamente ela foi destaque na produção de suporte para proteções faciais utilizadas no enfrentamento da pandemia do covid-19 (UNOPAR, 2020).

Buscando evidenciar sua aplicação nas áreas econômicas a tabela 1 traz um apanhado com exemplos de aplicação de acordo com setor de atuação.

Tabela 1 - Exemplos de aplicação da impressão 3D

Setor	Aplicações
Aeroespacial	Fabricação de peças de tamanhos e complexibilidade diversas; Fabricação de peças com leveza e resistência; Fabricação de protótipos; Bioengenharia;
Saúde	Na fabricação de próteses ortodônticas; Possível imprimir órgãos, pele, artérias e ossos;
Construção Civil e arquitetura	Criação de maquetes; Escultura e acessórios; Impressão de casas e até pontes;
Indústria	Em fabricação de produtos elétricos; Otimização de peças na indústria; Construção de peças obsoletas; Construção de peças através de engenharia reversa; Construção de protótipos; Na fabricação de moldes e matrizes para indústria de metalmeccânica;

Fonte: Adaptado de: VOLPATO, 2017

4. METODOLOGIA

Para desenvolvimento da pesquisa foi realizado um levantamento das tecnologias de manufatura aditiva existentes e sua aplicação na indústria nos dias atuais. Baseado no conhecimento sobre as tecnologias e aplicações na indústria foi criada uma correlação para o uso dessa tecnologia no eixo técnico da graduação de engenharia mecânica. Portanto para desenvolvimento do presente artigo as etapas abaixo foram:

De acordo com Gil (2009) o seguinte artigo é de natureza aplicada, pois envolve estudos organizados com o propósito de resolver problemas identificados no espaço da sociedade em que os pesquisadores residem. Tais pesquisas podem ajudar na ampliação do conhecimento científico e sugerir novas questões a serem investigadas. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória do tipo bibliográfica.

De acordo com Gonsalves (2003), a pesquisa exploratória é aquela que se caracteriza pelo desenvolvimento e esclarecimento de ideias, com objetivo de oferecer uma visão panorâmica, uma primeira aproximação a um determinado fenômeno que é pouco explorado.

A pesquisa é também do tipo bibliográfica, pois busca-se explicar um problema a partir do levantamento do conhecimento disponível em livros, artigos, obras da área de conhecimento (KÖCHE, 2016).

Foi feita uma pesquisa de campo entre os alunos de engenharia mecânica da faculdade Multivix Serra, onde eles deveriam responder um questionário, podendo ter até cinco questões, as duas primeiras sendo um diagnóstico preliminar para identificar a percepção dos alunos a respeito das atividades e o uso de novas tecnologias para promover mais oportunidades de atividades práticas.

A terceira pergunta foi direcionada para identificar alunos que tem conhecimento de equipamentos de impressão 3D, em caso afirmativo o entrevistado responderia mais duas perguntas, a primeira buscando saber se a impressão 3D poderia ser utilizada como uma ferramenta pedagógica, trazer benefícios tanto na didática e promover oportunidades de atividades práticas principalmente nas matérias específicas, a segunda buscando saber se uso de

novas tecnologias durante o curso de graduação formaria melhores profissionais para o mercado.

Na pergunta A, B, D e E foi formulado respostas através de escalas com grau de intensidade de 1 a 5, sendo 1 pouco relevante e 5 muito relevante. Na pergunta C a resposta deveria ser sim ou não, as perguntas foram conforme abaixo:

- A) Você acredita que poderiam ter mais oportunidades para atividades práticas durante as matérias específicas da graduação de engenharia mecânica?
- B) Você acredita que novas tecnologias disponíveis no mercado poderiam ser utilizadas no ambiente acadêmico para promover mais oportunidades de vivências com a prática da engenharia?
- C) Você conhece o que é um equipamento de impressora 3D?
- D) Você acredita que a impressora 3D poderia ser utilizada como ferramenta pedagógica e prover mais oportunidades para vivências práticas para disciplinas específicas?
- E) Acredita que o contato dos alunos com novas tecnologias, como o caso de impressoras 3D, ainda durante o ambiente acadêmico, prepararia melhores profissionais para o mercado?

Através de pesquisa foi obtido resultados de alunos do 6º ao 10º período do curso de engenharia mecânica, onde foi realizado um diagnóstico a respeito das necessidades de atividades práticas e o uso de novas tecnologias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma das causas mais comuns de desistência na engenharia mecânica é a falta de pratica que auxilia o aluno na aprendizagem, por ter um ensino muitas vezes incompleto, estudantes de engenharia mecânica tem grande dificuldade de relacionar o conhecimento teórico com a prática.

De acordo com Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2020), o índice de evasão gira em torno de 56% nas engenharias, mas em faculdades como Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e o Instituto Militar de Engenharia (IME) que tem como objetivo a busca por novas tecnologias para que estimule o interesse e a efetividade na aprendizagem, esse índice fica a baixo dos 5%, e o

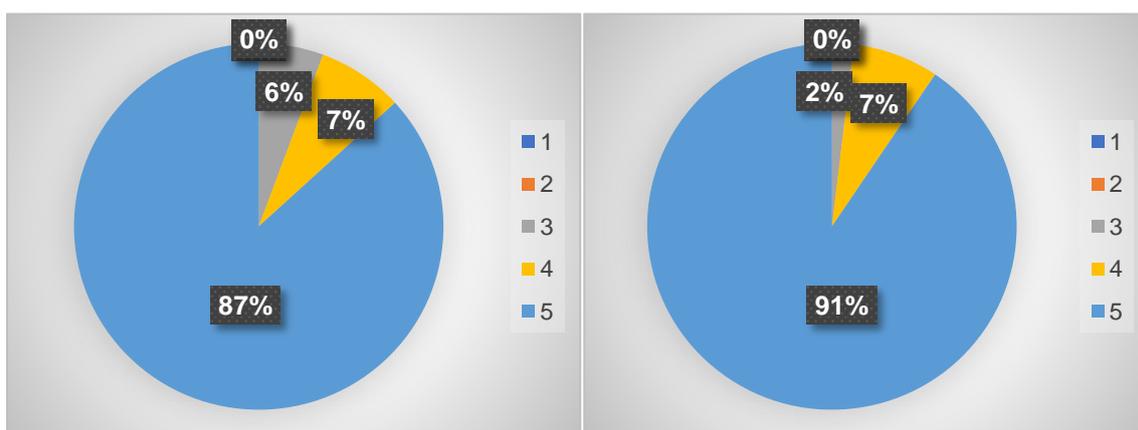
uso da tecnologia associado ao ensino gera bons resultados na formação de profissionais mais capacitados para o mercado de trabalho.

O uso da manufatura aditiva pode contribuir na aprendizagem e na formação, pois um acadêmico que possui entendimento tanto teórico como prático se tornará um engenheiro com competência, entendimento e habilidades que o destacará no mercado profissional.

Buscando realizar um diagnóstico para entender como é a aceitação do uso de tecnologia na aprendizagem e a utilização da impressão 3D como ferramenta pedagógica, foi realizada uma pesquisa onde ao todo foram entrevistados 53 alunos da graduação de engenharia mecânica da Multivix, entre o 6º e o 10º período.

Abaixo a imagem 8 ilustra o resultado da pesquisa para as perguntas A e B.

Imagem 8 - Resultado das perguntas A e B



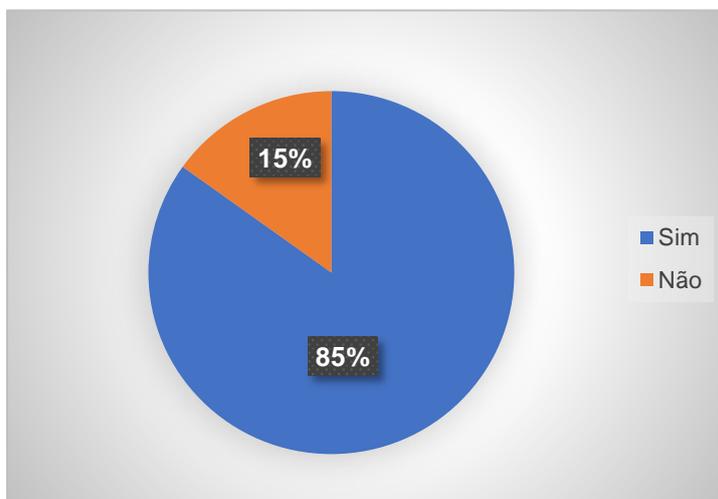
Fonte: AUTORES (2020)

Os resultados obtidos, através de pesquisa, da pergunta A, somando as notas acima de quatro foi obtido 94%, onde os alunos acham importante a oportunidade de mais atividades práticas na graduação de engenharia mecânica.

De acordo com a pergunta B, somando as notas acima de quatro tem-se 98%, os estudantes acham importante o uso de novas tecnologias no ambiente acadêmico para promover uma maior vivência na engenharia mecânica.

De acordo com a Imagem 9, onde traz as respostas da pergunta C, 85% dos entrevistados conhecem as tecnologias de impressão 3D.

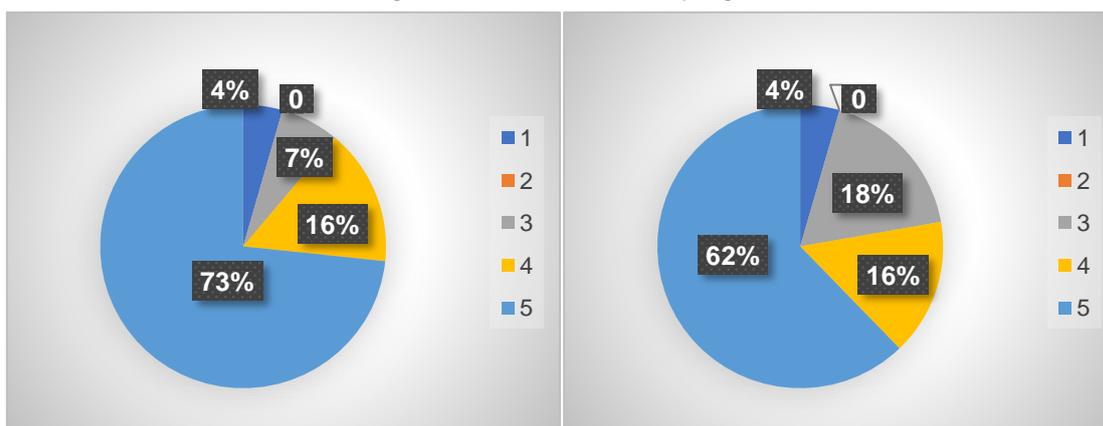
Imagem 9 - Resultado da pergunta C



Fonte: AUTORES (2020)

As duas perguntas seguintes foram feitas para os 85% dos entrevistados que tem conhecimento das tecnologias de impressão 3D, essas duas perguntas buscaram entender qual é a percepção das pessoas com relação a utilização da impressora 3D durante a graduação da engenharia mecânica e quais os benefícios para formação profissional, conforme a imagem 10.

Imagem 10 - Resultado das perguntas D e E



Fonte: AUTORES (2020)

Com base na pesquisa de diagnóstico que foi realizada, a grande maioria entende a necessidade de haver mais atividades práticas para as matérias específicas da graduação e entende que o uso da impressora 3D poderá

proporcionar uma melhor didática para as matérias específicas, formando profissionais mais preparados para o mercado de trabalho.

Nesse contexto foi realizada uma análise da grade curricular do curso de Engenharia Mecânica da Multivix Serra, buscando correlacionar em quais matérias poderia ser empregado o equipamento de manufatura aditiva, para promover atividades práticas de forma direta ou fabricação de objetos didáticos com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos discentes.

Através das informações levantadas do uso da impressão 3D na indústria foram identificadas as potenciais possibilidades de implementação da tecnologia nas disciplinas a seguir:

- **Desenho técnico e desenho mecânico computacional:** Disciplina fundamental para habilitar os alunos a operar equipamentos de manufatura aditiva. A ementa dessas matérias tem como objetivo o desenvolvimento da percepção visual, criatividade e o raciocínio lógico para a criação de modelos geométricos com as ferramentas disponíveis no mercado de modelagem 2D e 3D. De forma prática nessas matérias há a possibilidade de incluir conceitos de desenvolvimentos de protótipos para impressão 3D e iniciar o discente nos processos de planejamento de impressão, fatiamento, através dos programas específicos.
- **Mecânica dos Fluidos:** Buscando compreender o comportamento físico dos fluidos e as leis que os regem. Nesse contexto poderia se utilizar elementos para compor um laboratório de hidráulica e se estudar o comportamento de perda de carga, outra possibilidade é um laboratório com protótipos escalados para análise em túnel de vento de valores de força de arrasto e sustentação.
- **Máquinas de fluxo:** O desenvolvimento de modelos reduzidos de rotores utilizados em turbinas e bombas é uma das aplicações práticas para essa matéria. Esse tipo de ação favoreceria o entendimento desse tipo de equipamento, além de trazer para o aluno a possibilidade de teste e melhorias possíveis de realizarem em equipamentos reais.
- **Resistência dos materiais I e II:** A matéria de resistência de materiais traz consigo muitos conceitos de difícil visualização, até certo ponto

considerados abstratos, e a introdução de materiais didáticos fabricados por MA com objetivo de trazer luz a conceitos como flambagem, cisalhamento, torção, deflexão de vigas, entre outros conteúdos abordados.

- **Ciência e tecnologia dos Materiais e tecnologia dos materiais:** O suporte de impressora 3D para os conteúdos abordados pode ser realizado pela fabricação de material didático que tragam por exemplo a materialização de conceitos como a estrutura cristalina, demonstração de defeitos, difusão, etc.
- **Elementos de Máquinas I e II:** Trazendo como temática o dimensionamento de elementos essenciais para operação de máquinas. Protótipos fabricados em impressoras 3D permitiriam observar elementos dimensionados e seu funcionamento em um conjunto mecânico facilitando a compreensão de conceitos e formulas.
- **Máquinas Térmicas e motores de combustão:** Amostras e equipamentos em escalas auxiliares a visualização do funcionamento e a forma construtivas de máquinas térmicas e motores de combustão.
- **Processos de fabricação:** Tópicos abordando novas tecnologias de fabricação disponíveis no mercado trariam uma formação mais ampla no que tange os processos de fabricação e o contato com elas proporcionariam experiências reais de fabricação e concepções de peças.
- **Trabalho de Conclusão de Curso:** Equipamentos de prototipagem rápidas poderiam viabilizar a construção de equipamentos, peças, tornando possível uma análise mais ampla de um novo conceito e funcionamento do protótipo construído, incentivando a criatividade na hora da escolha do tema e pesquisa científica.
- **Prática de Extensão Interdisciplinar:** A Multivix tem como objetivo a promoção da aprendizagem de forma interdisciplinar e a extensão do conhecimento adquiridos pelos alunos a toda sociedade. Tecnologias de prototipagem rápidas poderiam facilitar em soluções de problemas cotidianos que afetam diretamente a sociedade, assim como já supracitado nesse artigo a atuação de impressoras 3D na fabricação de

máscara de proteção facial para o combate a Covid-19. A seguir, na imagem 11, temos a matriz curricular do curso de Engenharia Mecânica da faculdade Multivix Serra.

Imagem 11 - Matriz curricular do curso de Engenharia Mecânica

FACULDADE MULTIVIX		GRADE CURRICULAR DE ENGENHARIA MECÂNICA							Pré Requisito das disciplinas		
Período	Código	Atividades de Ensino - Aprendizagem (Componentes Curriculares)	CARGA HORÁRIA								
			Disciplinas			TCC	Estágio	Extensão		Ativ. Compl.	Total
			Teórica	Prática	Subtotal						
1º		Desenho Técnico		30	30					30	
		Física I	40		40					40	
		Algoritmos		40	40					40	
		Cálculo I	100		100					100	
		Metodologia de Pesquisa *	80		80					80	
		Subtotal	220	70	290	0	0	0	0	290	
2º		Projeto de Extensão e Inovação I			0			80		80	
		Introdução à Engenharia	20		20					20	
		Física II	40		40					40	
		Laboratório de Física		20	20					20	
		Cálculo II	40		40					40	
		Geometria Analítica e Álgebra Linear	40		40					40	
		Probabilidade e Estatística	30		30					30	
		Subtotal	170	20	190	0	0	80	0	270	
3º		Ciência e Tecnologia dos Materiais*	80		80					80	
		Mecânica Geral	60		60					60	
		Ciências do Ambiente*	80		80					80	
		Física III	40		40					40	
		Cálculo III	40		40					40	
		Metrologia Dimensional*	80		80					80	
		Subtotal	380	0	380	0	0	0	0	380	
4º		Projeto de Extensão e Inovação II			0			80		80	
		Segurança do Trabalho*	80		80					80	
		Resistência de Materiais I	60		60					60	
		Dinâmica	30		40					40	
		Termodinâmica	60		60					60	
		Equações Diferenciais Ordinárias	40		40					40	
		Subtotal	270	0	280	0	0	80	0	360	
5º		Resistência dos Materiais II	40		40					40	
		Tecnologia de Materiais	34	6	40					40	
		Legislação e Ética*	80		80					80	
		Mecânica dos Fluidos	57	3	60					60	
		Desenho Mecânico e Computacional		20	20					20	
		Fontes Alternativas de Energia*	80		80					80	
		Subtotal	291	29	320	0	0	0	0	320	
6º		Projeto de Extensão e Inovação III			0			80		80	
		Gestão de Recursos Humanos*	80		80					80	
		Tecnologia Mecânica	34	6	40					40	
		Máquinas Térmicas	40		40					40	
		Transferência de Calor	60		60					60	
		Engenharia Econômica*	80		80					80	
		Hidráulica e Pneumática	37	3	40					40	
		Subtotal	331	9	340	0	0	80	0	420	
7º		Elementos de Máquina I	40		60					60	
		Máquinas de Fluxo	37	3	40					40	
		Automação Industrial*	80		80					80	
		Processo de Fabricação	54	6	60					60	
		Subtotal	211	9	240	0	0	0	0	240	
8º		Projeto de Extensão e Inovação IV			0			80		80	
		Vibrações Mecânicas	40		40					40	
		Elementos de Máquinas II	40		40					40	
		Refrigeração e Ar Condicionado*	80		80					80	
		Metodologia Científica Aplicada a Engenharia	40		40					40	Metodologia de Pesquisa
		Ensaio Mecânicos*	80		80					80	
		Estágio Supervisionado I			0		100			100	Conclusão de 50% da carga horária do curso
		Motores de Combustão	40		40					40	
	Subtotal	320	0	320	0	100	80	0	500		
9º		Manutenção Industrial*	80		80					80	
		Lubrificação	80		80					80	
		Optativa*	80		80					80	
		Trabalho de Conclusão de Curso				80				80	Metodologia Científica Aplicada a Engenharia
		Estágio Supervisionado II					200			200	Estágio Supervisionado I
	Subtotal	240	0	240	80	200	0	0	520		
10º		Laboratório de Química		20	20					20	
		Química	30		30					30	
		Sociologia e Relações Étnico Culturais e Direitos Humanos*	80		80					80	
		Comunicação e Expressão*	80		80					80	
		Subtotal	190	20	210	0	0	0	0	210	
Atividades Complementares									200		
Total Geral			2623	157	2810	80	300	320	200	3710	

Fonte: MULTIVIX, [s.d.]

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da impressora 3D na indústria tem contribuído nos processos industriais a cada dia, no desenvolvimento de novas tecnologia, aprimoramento de maquinas, no desenvolvimento de peças e projetos. Seu uso auxilia o engenheiro a desenvolver um pensamento crítico, focado na inovação e melhoria que por sua vez irá diminuir falhas de projeto.

Com base em tudo que foi abordado, a utilização da impressora 3D na formação acadêmica, é de grande valia pois há ganho de aprendizagem, estimula o aluno continuamente, proporciona autonomia no aprender, na solução de problemas e forma profissionais mais capacitados para as demandas reais da sociedade. Visto que foi identificado a necessidade de mais abordagens práticas e que há uma receptividade a inclusão de novas tecnologias para esse fim, conforme verificado na pesquisa que foi realizada.

Conclui-se que a tecnologia e inovação tem ganhado cada vez mais espaço no mercado e há uma necessidade de implementação de novos equipamentos no setor acadêmico, para que assim os discentes possam ter mais habilidades práticas e concluir a graduação com mais confiança e mais capacitados para entrar no mercado de trabalho.

7. REFERÊNCIAS

3DLAB. Descubra agora o que é um arquivo STL e como criá-lo! Disponível em: < <https://bityli.com/4pdUp>>. Acesso em: 21 jun. 2020a.

AIRES, M. D. O. et al. Indústria 4.0: a manufatura aditiva como ferramenta de inovação e otimização. *Brazilian Journal of Business*, v. 1, n. 4, p. 1821–1833, 27 nov. 2019.

AMARO, M. As impressoras 3D vão mudar o mundo e estes setores já estão se adaptando. *Rev. VOCÊ S/A, Mercado e vagas*, dez. 2019. Disponível em: <<https://bityli.com/OauA7>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

BANDURA, A. et al. *Teoria social cognitiva: conceitos básicos*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BETECH. SLA vs. DLP: compare as impressoras 3D de resina. Disponível em: < <https://bityli.com/dmKV8>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

FERREIRA, G. DA C.; KRÜGER, T. R.; SANTOS, C. B. DOS. Utilização Da Impressão 3d Na Manufatura Para A Otimização De Processos: Um Estudo De Caso Em Indústrias Automobilísticas. Memorial TCC – Caderno da Graduação 2016, v. 2, n. 1, p. 276–289, 2016.

G1. Só 44% dos alunos de engenharia da última década terminaram o curso. Disponível em: < <https://bityli.com/adqaG> >. Acesso em: 5 nov. 2020.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas 6ª edição, 2009.

GONSALVES, E. P. Iniciação à pesquisa científica. 3ª edição. Campinas: Alínea, 2003.

GUIA DO ESTUDANTE. Mais da metade dos estudantes de Engenharia abandona o curso. Disponível em: < <https://bityli.com/DUDxn>>. Acesso em: 5 nov. 2020.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA. ITA desenvolve projeto de modernização do ensino de engenharia | ITA. Disponível em: <<http://www.ita.br/noticias98>>. Acesso em: 5 nov. 2020.

KÖCHE, J. C. Fundamentos de metodologia científica. Petrópolis: Editora Vozes, Petrópolis, RJ, 2016.

MELITO, E. A Auto-Eficácia E O Uso Da Tecnologia, 2014. Disponível em: < <https://bityli.com/rEDj2>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

MORAES, E. C.; BONATELLI, M. L. Manufatura aditiva: primeiras impressões 3D e o futuro da produção camada por camada, 2018. Disponível em: < <https://bityli.com/wj9WZ>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

PORTELA, S. Impressora 3D de metal: conheça a máquina que transformará o mercado. 3DLAB. Disponível em: < <https://bityli.com/8zWSo>>. Acesso em: 21 jun. 2020b.

SANTOS, B. P. et al. Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, p. 111–124, 31 mar. 2018.

UNOPAR. Entenda a importância das impressoras 3D no combate à pandemia. abril, 2020, atualizado julho,2020. Disponível em: <<https://bityli.com/i0jvv>>. Acesso em 11 nov. 2020.

VOLPATO, N. Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D. 1. ed. São Paulo: Blücher, 2017.