



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
SERTÃO PERNAMBUCANO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET  
CAMPUS SALGUEIRO**

**IAGO BENICIO SENA**

**UTILIZANDO A MANUFATURA ADITIVA COMO RECURSO DE APOIO  
DENTRO DA SALA DE AULA: UMA APLICAÇÃO NO CURSO TÉCNICO DE  
AGROPECUÁRIA**

**SALGUEIRO**  
**2022**  
**IAGO BENICIO SENA**

**UTILIZANDO A MANUFATURA ADITIVA COMO RECURSO DE APOIO  
DENTRO DA SALA DE AULA: UMA APLICAÇÃO NO CURSO TÉCNICO DE  
AGROPECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, como requisito parcial à obtenção do título de tecnólogo em Sistemas para internet.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Anderson Batista dos Santos

**SALGUEIRO**  
**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S474 Sena, Iago Benício.

Utilizando a manufatura aditiva como recurso de apoio dentro da sala de aula : uma aplicação no curso técnico de agropecuária / Iago Benício Sena. - Salgueiro, 2022.

28 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Sistemas para Internet) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Marcelo Anderson Batista dos Santos.

1. Tecnologia educacional. 2. Manufatura Aditiva. 3. Curso Técnico de Agropecuária. 4. Ensino-aprendizagem. I. Título.

CDD 371.334



# Utilizando a Manufatura Aditiva como Recurso de Apoio dentro da Sala de Aula: Uma Aplicação no Curso Técnico de Agropecuária

Iago Benício Sena, Marcelo Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Salgueiro (IFSPE) – Salgueiro – PE – Brasil

iagobensen@gmail.com.br, marcelo.santos@ifsertao-pe.edu.br

**Abstract.** *Make the learning process for teachers more interactive and a necessity for, especially, younger students. The previous way in which it was learned in an uncertain, volatile and complex world. In this sense, given the popularization of used prototyping spaces, such as maker spaces, new teaching methods are possible to the point of making the classroom environment more interactive. This article discusses the use of additive manufacturing technology or also the so-called 3D printing, for the manufacture of parts as visual support and for practical classes. Thus, the article explains about the STEAM and STEM approaches, explains what additive manufacturing is and its use in the classroom, and as a result presents in practice the materialization of more than 50 pieces to meet the demand of students at IFSertãoPE, Salgueiro campus of the agricultural technical course.*

**Resumo.** *Tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e interativo é algo desafiador para docentes e uma necessidade para, principalmente, os alunos mais jovens. A forma como se aprendia anos atrás deixou de ser atrativa num mundo incerto, volátil e complexo. Nesse sentido, dado a popularização dos espaços de prototipação abertos, como, por exemplo, os espaços maker, é possível utilizar novos métodos de ensino ao ponto de tornar o ambiente da sala de aula mais interativo. O presente artigo aborda o uso da tecnologia da manufatura aditiva ou também chamada de impressão 3D, para a confecção de peças como apoio visual e para realização de aulas práticas. Assim, o artigo explana sobre as abordagens STEAM e STEM, explica o que é manufatura aditiva e seu uso na sala de aula, e como resultado apresenta na prática a materialização de mais de 50 peças para atender a demanda de alunos do IFSertãoPE, campus Salgueiro do curso técnico de agropecuária.*

## 1. Introdução

Um desafio para os educadores é tentar traçar métodos que visam o interesse de alunos para que eles possam se adequar mais nos processos de aprendizagem. Segundo BARBOSA et al. (2021), “No contexto educacional brasileiro da atualidade, os avanços provocados pela sociedade contemporânea têm desafiado os educadores a oferecer uma formação para seus educandos compatível com as necessidades deste momento

histórico.” Diante disso, graças ao avanço da tecnologia, várias técnicas podem ser utilizadas para uma melhor experiência dentro de sala de aula.

Neste cenário onde várias tecnologias podem ser adotadas a fim de auxiliar no processo de aprendizagem, a tecnologia de impressão 3D está sendo um atrativo em ambiente educacional como forma de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. A impressão 3D é um dos recursos tecnológicos que pode ser utilizada para melhorar no ensino nas instituições educacionais, também se trata de uma ferramenta que permite a construção de vários modelos e é de fácil manuseio até para pessoas com pouco conhecimento sobre ela. (Samagaia e Delizoicov Neto, 2015, *apud* Santos e Andrade, 2020).

Diante o exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar a confecção de objetos por meio da impressão 3D para serem utilizados como apoio educacional no curso técnico de agropecuária, tanto em atividades teóricas quanto em atividades práticas..

Os resultados mostram os objetos produzidos mediante a tabela de peças solicitada pelas professoras regentes do curso de agropecuária, também contém a razão de utilização destas peças dentro do ambiente escolar. Além dos objetos produzidos, apresenta-se as impressoras utilizadas, tempo de impressão, e imagem de erro ocasionado durante um processo de impressão.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 conta com a revisão da literatura como fundamento ao entendimento do trabalho. A seção 3 contém uma explicação mais aprofundada sobre a impressão 3D e também tipos de filamentos que podem ser utilizados, bem como suas diferenças. A seção 4 conta com exemplos do uso da impressão 3D dentro de sala de aula, processo de impressão, e uma abordagem sobre o uso da impressão 3D como apoio em técnicas de metodologias de ensino: cultura maker e modelo STEM/STEAM, STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) que significa Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. e STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) que significa Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. A seção 5 mostra a metodologia utilizada no trabalho. A seção 6 apresenta os resultados obtidos, e por fim, na seção 7, contém as considerações finais.

## **2. Revisão da Literatura**

### **2.1. Fundamentação Teórica**

A manufatura aditiva se trata de uma técnica de prototipagem rápida que está sendo bem-vista. (CARBONI e SCHEER, 2021), O processo de manufaturar aditivamente funciona a partir de um modelo criado virtualmente em um software CAD de forma tridimensional, onde este modelo é criado fisicamente com a deposição de camadas uma sobre a outra até que forme o objetivo completo. (CARBONI e SCHEER, 2021), Técnicas de prototipagem rápida é algo que pode facilitar na vida de muitas pessoas, isto pois a capacidade de criar objetos de forma rápida pode ser utilizada para desenvolvimento de produtos nos setores comerciais, o que pode ajudar quando se diz respeito a economia, também no desenvolvimento de objetos para uso pessoal. Com isso, a manufatura aditiva acaba sendo uma boa ferramenta por conta da facilidade de uso e a eficácia.

KOVATLI et al. (2019) diz que, “A impressão 3D é uma tecnologia que possibilita transformar a maneira com que desenvolvemos nossos produtos, estando presente em diferentes áreas e contextos: Engenharia, Arquitetura, Comércio, Sustentabilidade e também na Educação ...”

RODRIGUES et al. (2016) conta que a impressão 3D acontece através da deposição de material camada por camada, onde formaliza o objeto que foi criado a partir de um software CAD (Computer Aided Design), e que este modo de fabricação é oposto ao método convencional onde os objetos são criados a partir da retirada de materiais.

Os softwares CAD são sistemas que podem ser executados de maneira online ou offline, gratuita ou paga, onde permite que os usuários possam criar seus modelos 3D. Segundo o site 3dlab (2021), um software CAD é uma ferramenta de criação de desenhos 3D, e que está presente em diversas áreas, desde em trabalhos de arquitetura, engenharia, topografia, como também em sistemas eletrônicos.

FREY (2021), complementa: “Programas CAD são ferramentas importantes para arquitetos, engenheiros, criadores de animações e designers gráficos (ou mesmo qualquer pessoa que queira dar vida aos seus designs).” A ambientação do software CAD, permite que qualquer um possa criar objetos tridimensionais e assim poder gerar esses objetos de maneira física através do processo de impressão 3D.

No ambiente educacional, Lemke et al. (2016) conta que a impressão 3D se tornou um método rápido utilizado na área acadêmica onde possibilita a produção de objetos por várias áreas e níveis de ensino.

SANTOS e ANDRADE (2020) contam que a impressão 3D é uma possibilidade no ambiente educacional para aprimorar o processo de ensino aprendizagem nas instituições públicas no Brasil.

ONISAKI e VIEIRA (2019), contam que pela capacidade da prototipagem rápida através da impressão 3D, os professores podem usufruir desta tecnologia para a criação de seus próprios materiais educativos como forma de melhorar o ensino em aulas práticas.

## **2.2. Trabalhos Relacionados**

Há diversos trabalhos sobre o uso da impressão 3D para o auxílio na educação. KOVATLI et al. (2019), demonstra atividades práticas que podem ser inseridas em projetos educativos envolvendo os alunos do ensino infantil e do ensino básico. O trabalho de KOVATLI et al. (2019) foi realizado através de vários projetos junto com as professoras de cada turma envolvida, onde foi traçado um plano de ensino para que a impressora 3D pudesse ser inserida nestes projetos. O primeiro projeto foi destinado aos alunos da educação infantil, cujo tema era “Como vivem as minhocas”, onde o primeiro passo dos alunos foi realizar uma pesquisa sobre o tema junto com a professora, depois assistir um vídeo sobre o tema e acompanharam o processo de impressão 3D. O segundo e terceiro projeto, também destinado aos alunos da educação infantil, foram, respectivamente, os temas: “Os animais do jardim” e “Borboletas que voam”, nestes projetos os alunos também realizaram pesquisa sobre os temas, acompanharam processo de impressão, e por fim tiveram o desafio de pôr a ordem correta das peças de acordo

com o ciclo de vida da borboleta. O projeto para alunos do 2º ano do ensino fundamental foi: “Quem canta, encanta o Brasil”, onde os mesmos fizeram pesquisa sobre os instrumentos musicais, selecionaram quatro instrumentos e acompanharam o processo de impressão. O último projeto foi sobre “Cadeia Alimentar, o que é?”, onde os alunos estudaram sobre o tema, acompanharam o processo de impressão das peças que compõem a cadeia, e por fim tiveram que montar a cadeia alimentar através das peças. No trabalho de KOVATLI os alunos estão diretamente ligados no processo de impressão, e os projetos propostos são uma espécie de quebra-cabeça como desafio para os alunos, diferente deste artigo, onde não têm os alunos diretamente ligado ao processo de impressão, e os objetos são utilizados para ajudá-los em atividades práticas, como por exemplo os Clips para plantas, e também peças para os ajudar a entender mais sobre um determinado assunto explicado em sala de aula.

HENRIQUE (2018), mostra o uso da impressão 3D para confecção de modelos vertebrais para o auxílio ao estudo na disciplina de anatomia humana. Neste trabalho citado, foi executado em duas etapas: estudo teórico e prático. O estudo teórico foi realizado em pesquisas bibliográficas, e o prático sobre a confecção de modelos vertebrais. As vértebras escolhidas para serem confeccionadas foram as cervical, torácico e lombar, e foi utilizada imagens tomográficas que contivessem estas vértebras para auxiliar na modelagem 3D das vértebras, e posteriormente realizar a impressão das vértebras escolhidas. O software 3D slicer foi utilizado para transformar as imagens tomográficas em arquivo .STL para que fosse possível os objetos serem inseridos em programas de modelos tridimensionais. O trabalho citado se parece um pouco com o trabalho aqui proposto na parte de uso de objetos tridimensionais para auxiliar no entendimento sobre um assunto abordado em sala de aula, porém, são aplicações diferentes na questão de uma ser voltada ao ensino de medicina, e a outra ao ensino de agropecuária.

Para alunos com deficiência visual, COLPES (2014), mostra o uso da impressão 3D para o desenvolvimento de gráficos em alto relevo como forma de auxiliar os deficientes visuais em estudos nas disciplinas de física e matemática, sendo assim uma alternativa diante de outros equipamentos já existentes que podem possuir limitações na exibição de gráficos e figuras geométricas e/ou que não sejam tão baratos. Neste trabalho de COLPES, foi realizado estudos científicos sobre educação para cegos, utilizando abordagem qualitativa com caráter exploratório, foram investigados os equipamentos destinados aos deficientes visuais e realizado estudos sobre a ergonomia e usabilidade dos mesmos. O trabalho citado visa utilizar impressão 3D para auxiliar exclusivamente alunos com deficiência visual a identificar figuras geométricas e gráficos através do alto relevo, diferente do trabalho proposto que são criados objetos para auxiliar no aprendizado de todos em sala de aula, ou em atividades práticas.

JUNIOR e CASTILLO (2018), mostra um estudo de caso sobre o uso da impressão 3D como ferramenta auxiliar para disciplinas de projetos, para alunos do curso de designer. Neste trabalho foram feitas duas atividades, a primeira atividade foi os alunos escolherem um alimento real, fatiá-lo para que as fatias servissem de molde para o redesenho das camadas do alimento. Após isso, o alimento foi digitalizado através do redesenho feito com auxílio de um software, e o modelo gerado posteriormente foi impresso e comparado com o alimento real. "A atividade foi planejada para apresentar

aos alunos o processo de impressão 3D através da metáfora de desconstrução e posterior materialização de um objeto.” JUNIOR e CASTILLO (2018). A segunda atividade foi utilizar técnicas para construir um modelo e comparar quais delas se expressam melhor, assim, os alunos fizeram desenho de um personagem fictício, utilizando lápis e papel, massa de modelar, modelagem 3D, e impressão 3D. Após isso, foi comparado, entre as quatro, qual eles acham que se expressa melhor. As atividades realizadas neste trabalho citado, utiliza-se impressora 3D como forma de fabricação de produtos para serem comparados com outros feitos de forma diferente. Diferente do trabalho aqui proposto, onde os objetos são impressos como tentativa de auxiliar os alunos na aprendizagem.

### **3. Manufatura Aditiva: O que é, como funciona e Desafios.**

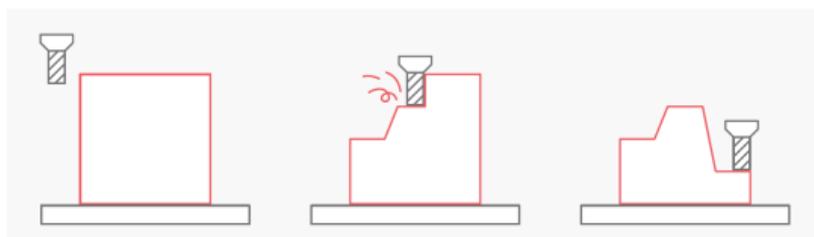
#### **3.1. Manufatura aditiva**

Segundo RODRIGUES et al. (2016), “A manufatura aditiva se caracteriza pelo emprego de equipamentos capazes de fabricar objetos por meio da adição de material, camada por camada, a partir de um modelo digital tridimensional (3D), usualmente obtido por meio do emprego de um sistema CAD (Computer Aided Design).” Manufaturar algo, de modo geral, é utilizar técnicas artesanais com matérias-primas para a produção de um produto podendo ser concluído com auxílio de ferramentas.

A manufatura aditiva também é um processo de manufatura, podendo utilizar de meios tecnológicos os quais são softwares que contém recursos que são utilizados para a criação de um objeto digital tridimensional. Graças a este processo é possível obter um objeto físico que foi moldado digitalmente, tendo a impressão do mesmo através de materiais adicionados em um equipamento, camada por camada. Estes materiais são produtos obtidos de matérias-primas, ou seja, pode-se dizer que a manufatura aditiva é um processo melhorado da manufatura, fazendo com que objetos possam ser criados em diferentes tipos de modelos, possibilitando uma oportunidade de criação de objetos mais complexos

Há também o modelo de prototipagem subtrativo, algo que já se encontrava bem antes. ALCAIDE e WILTGEN (2018, p.3), A grande diferença é que na prototipagem subtrativa o material é adicionado na máquina em formato de um bloco, assim, a máquina faz o processo da prototipagem retirando partes deste bloco e assim formando o objeto final. A figura 1 demonstra o modelo de prototipagem subtrativo, onde um bloco tem suas partes retiradas, até que a formulação completa do objeto seja concluída.

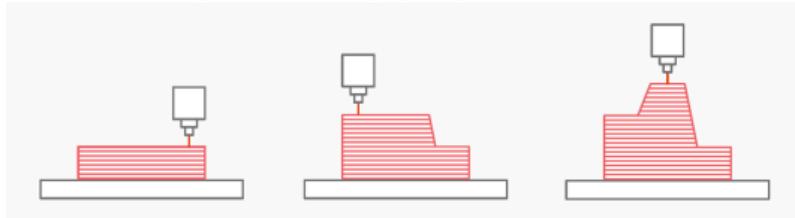
**Figura 1 - Prototipagem por modo subtrativo**



Fonte: REDWOOD *et al.* (2017) *apud* ALCALDE e WILTGEN

Já a prototipagem aditiva, faz o processo inverso do modelo subtrativo, onde é adicionado o material necessário e assim faz o processo da impressão formando o objeto. A figura 2 demonstra o modelo de prototipagem aditiva, onde nela acontece a deposição de material camada por camada sob a mesa, até que a impressão do objeto seja concluída.

Figura 2 - Prototipagem por modo aditivo

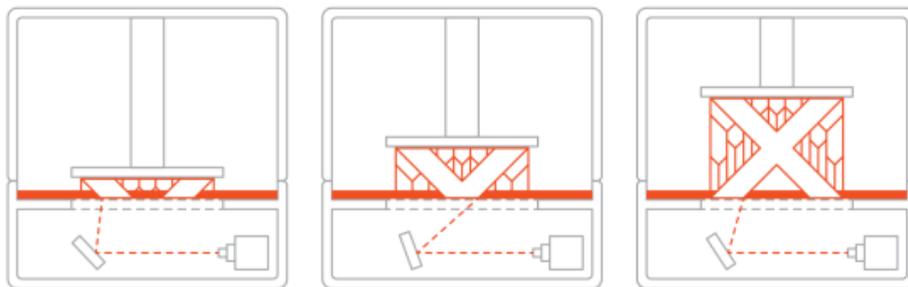


Fonte: REDWOOD *et al.* (2017) *apud* ALCALDE e WILTGEN

O processo de prototipagem aditiva pode ser feito por diferentes tipos de tecnologias. destacam-se três destes:

- (1) Estereolitografia (SLA): “Esta técnica consiste de uma fonte de laser que envia raios ultravioleta para solidificar a resina polimérica, o feixe é direcionado sobre o polímero na forma líquida, que se solidifica nas regiões atingidas pelo feixe de laser que forma uma das camadas do objeto”, ALCALDE e WILTGEN (2018, p.4). A figura 3 mostra um exemplo da impressão de um objeto através da tecnologia de Estereolitografia, nela o feixe de laser é representado por linhas pontilhadas, as quais são direcionadas ao material que solidifica, tendo assim uma parte do objeto impressa. Este processo é repetido até completar a impressão do objeto.

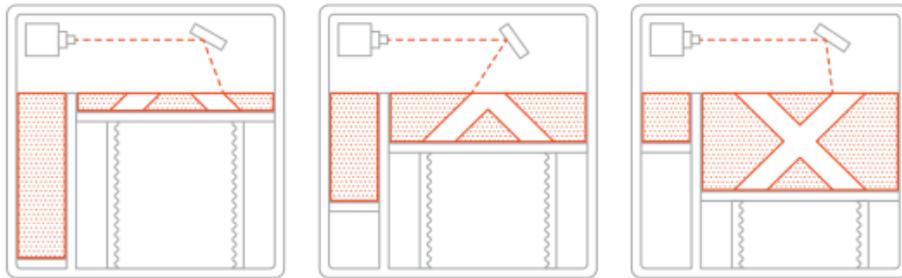
Figura 3 - Impressão por tecnologia SLA



Fonte: REDWOOD *et al.* (2017) *apud* ALCALDE e WILTGEN

- (2) Sinterização (SLS): “Consiste do uso de um feixe de laser para criar os modelos 3D. Sua diferença tecnológica é a utilização de um polímero em pó e não de uma resina como é utilizado na tecnologia SLA.” ALCALDE e WILTGEN (2018, p.4). A figura 4 mostra um exemplo da impressão de um objeto através da tecnologia de Sinterização.

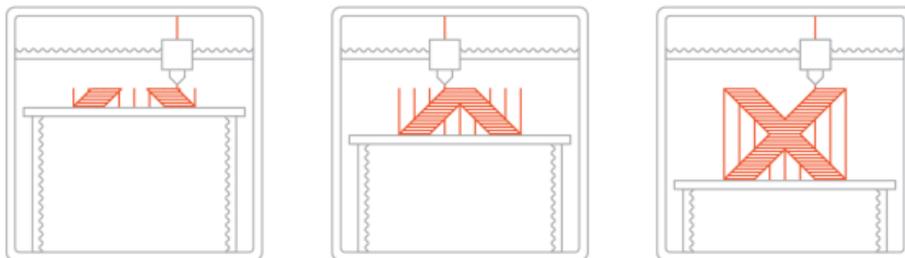
**Figura 4 - Impressão por tecnologia SLS**



**Fonte: REDWOOD et al. (2017) apud ALCALDE e WILTGEN**

- (3) Fusão e Deposição de Material (FDM): “Este modelo consiste em derreter o filamento de um termoplástico que é puxado por uma engrenagem e empurrado pelo bico extrusor.” ALCALDE e WILTGEN (2018 p.5) . A figura 5 mostra um exemplo da impressão de um objeto através da tecnologia FDM, nela, o filamento é inserido no bico, o qual é superaquecido, fazendo o derretimento do filamento e inserindo-o na mesa de impressão. O material é depositado por camadas, uma sobre a outra.

**Figura 5 - Impressão por tecnologia FDM**



**Fonte: REDWOOD et al. (2017) apud ALCALDE e WILTGEN**

### **3.2. Impressora 3D e processo de impressão**

Como visto anteriormente, existem diferentes tecnologias para que a impressão de um objeto seja realizada. Assim, a máquina que faz o processo de impressão é a chamada impressora 3D. Segundo WISHBOX (2020), “Basicamente uma impressora 3D funciona realizando adição de finas camadas de material, depositando-as umas sobre as outras, para formação de um objeto final.”

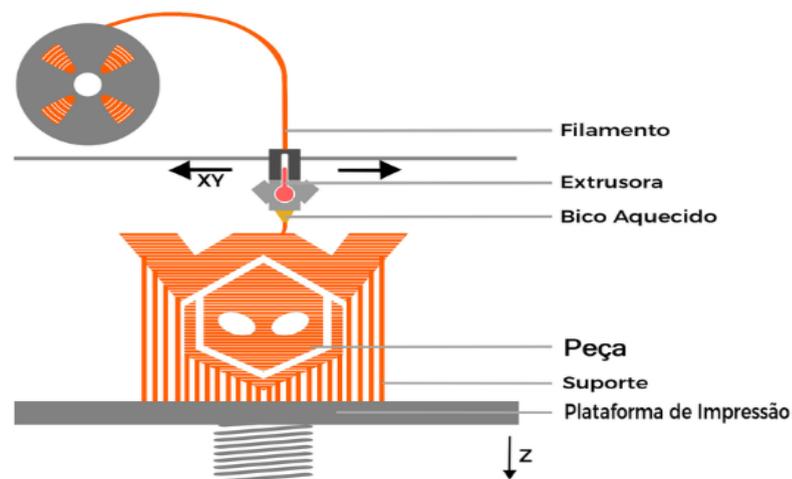
Segundo WISHBOX (2020), o primeiro passo para o processo de impressão é a modelagem do objeto em um software 3D, este objeto pode ser criado de forma gratuita. “Depois que você já tem o projeto, a próxima etapa é prepará-lo para enviar para a sua impressora 3D em um software de fatiamento (slicer).” (WISHBOX, 2020). “Depois que o seu modelo 3D é fatiado no software slicer, ele gera um código (GCODE) pronto para ser enviado à sua impressora 3D.” (WISHBOX,

2020). “Isso pode ser feito por pen drive, cartão SD ou internet”. (WISHBOX, 2020).

Um software slicer bem conhecido é o ultimaker cura 3D, o software tem várias funções além de ser apenas um fatiador, nele pode verificar tempo de impressão, adicionar base que é impressa para que a peça seja impressa em cima, adicionar suporte para as peças ( onde o próprio cura mostra as peças que podem precisar de suporte ), e também adicionar a impressora na qual será efetuada a impressão da peça, podendo alterar as configurações de impressão, tais como: velocidade de impressão, temperatura do bico, temperatura da mesa, entre outras.

Neste trabalho a tecnologia utilizada é a FDM. Esta tecnologia utiliza filamentos. “Os filamentos são materiais produzidos especialmente para servir como insumo para impressoras 3D FDM / FFF.” (WISHBOX, 2020). “Esses insumos são compostos de polímeros termoplásticos (plásticos que derretem quando aquecidos) e são produzidos na forma de um fio contínuo que é enrolado em um carretel para venda.” (WISHBOX, 2020). “Esse fio alimenta a impressora 3D e depois é derretido e expelido pelo bico extrusor, vindo a formar o objeto final.” (WISHBOX, 2020). Este processo é mostrado na figura 6, nela também mostra os eixos o qual faz a impressão acontecer. O eixo “Z” é a mesa, com esse eixo a mesa permite que a peça tenha mais camada sobre a outra fazendo a peça ter altura. O eixo “X” está o bico, o bico fica preso a um braço, e o braço se movimenta no eixo “Y” fazendo a peça ter o comprimento. Em resumo, o processo de impressão acontece com os eixos trabalhando junto

**Figura 6 - Processo de Impressão 3D FDM**



Fonte: (WISHBOX, 2020)

### **3.3. Filamentos e desafio**

Existem diversos tipos de filamentos para serem utilizados na tecnologia FDM, um dos mais conhecidos são os: PLA, PETG e ABS. Cada filamento tem suas diferenças como vantagens e desvantagens, por isso é importante analisá-las para a escolha para a impressão de objetos.

O PLA (ácido polilático) é um filamento mais frágil em relação aos demais, porém tem vantagem, pois, segundo BESKO et al. (2017) diz que, “Não é tóxico, e por ser um termoplástico biodegradável, o torna mais ecológico do que a maioria dos filamentos de impressoras 3D”. BESKO et al. (2017) também conta que o PLA é quebradiço, assim o uso deste para equipamentos que exigem mais dureza, não é o ideal. Portanto, o PLA é um filamento que pode ser utilizado para a criação de objetos que possam, por exemplo, armazenar alimentos, pelo fato deste não afetar o organismo humano.

Já o filamento ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) se trata de um filamento mais resistente em relação ao PLA, por isso pode ser bem-visto para produtos que devem conter mais resistência. BESKO et al. (2017) conta que o ABS é superior ao PLA, também é um produto mais barato e mais resistente. O ABS parece ser um produto perfeito para qualquer utilidade, porém, mesmo sendo mais barato que o PLA, requer uma temperatura mais alta para impressão, assim, há um pouco mais gasto de energia devido a este fato. Além disso, BESKO et al. (2017) diz que é um produto derivado do petróleo, por isso não é biodegradável, e é tóxico. também é considerado tóxico por conta de uma pequena fumaça gerada durante o processo de impressão. Com isso, produtos que a resistência seja indispensável e que para a fabricação do mesmo seja também um custo-benefício, o ABS pode ser utilizado neste quesito.

Por fim, o PETG (polietileno tereftalato modificado com glicol), é um filamento considerado um intermediário entre o PLA e ABS, pois, é um produto inofensivo, reciclável, a temperatura é mais baixa em relação ao ABS, e também tem mais durabilidade do que o PLA. BESKO et al. (2017). Contém também uma desvantagem que é, segundo BESKO et al. (2017), “Assim como o PLA, o PETG é higroscópico, portanto, seu armazenamento deve ser em local fresco e seco, é pegajoso durante a impressão e arranha mais facilmente do que o ABS.” De fato percebe-se um produto como um intermediário, pode ser utilizado em produtos que contém um pouco mais de resistência, e que também seja “amigo” do meio ambiente.

### **3.4. A impressão 3D na área da educação.**

A impressão 3D na educação é um cenário que já está se inserindo até mesmo no ensino básico e infantil, KOVATLI et al. (2019), diz “A nova geração de alunos nasce e cresce num mundo amplamente digital, cercada por dispositivos e artefatos tecnológicos e com informação constantemente atualizada.” O fato da nova geração está vindo já vivenciando diretamente a tecnologia, pode permitir que os mesmo

tenham um desejo ao uso da tecnologia em qualquer momento. a tecnologia 3D inserida nesse espaço pode despertar o interesse dos alunos ao uso e os mesmos assim poderão aprender algo de forma divertida. Em um trabalho com alunos do ensino básico, utilizando a impressão 3D, KOVATLI et al. (2019) conta que os alunos ficaram admirados por estarem diante de uma novidade tecnológica, e que graças às práticas que a impressão 3D fornece, tais como: fazer um objeto 3D em um software CAD, e posteriormente poder manusear o objeto fisicamente, os alunos puderam ter um bom aprendizado.

Na área da medicina, HENRIQUE (2018), conta que é de extrema importância para o profissional da saúde o estudo da anatomia humana, e que através dos modelos 3D facilita-se ao estudo da anatomia humana, visto que este modelo é bem parecido com o do corpo humano. HENRIQUE (2018), conta que a falta de um laboratório de anatomia humana em sua universidade, acabam tendo dificuldades para efetuar o estudo da anatomia humana, e que o auxílio da impressão 3D ajuda os alunos durante sua formação. SANTOS e ANDRADE (2020) contam, “No Brasil, apesar de investimentos menores, há estados que já começaram a adquirir impressoras 3D.” SANTOS e ANDRADE (2020) também dizem que, “Na Paraíba, desde o ano de 2016, escolas vêm sendo equipadas com um laboratório de ciências que contempla uma impressora 3D do modelo Winbo Mini.”.

#### **4. A Manufatura Aditiva como Ferramentas Dentro da Sala de Aula.**

A manufatura aditiva dentro da sala de aula pode ser bem utilizada para facilitar o entendimento dos alunos sobre um determinado assunto explicado teoricamente, por exemplo, em disciplinas que estudam o corpo humano, a manufatura aditiva possibilita a confecção de partes que há no interior do corpo humano, um exemplo disto é o coração. Para aulas de geografia, a confecção de objetos para facilitar o entendimento, por exemplo, sobre o relevo, a manufatura aditiva pode ajudar, pois possibilita mostrar um objeto físico de forma detalhada. Para alunos de informática, quando há dificuldade de acesso às partes físicas de um computador, a manufatura aditiva possibilita a confecção de objetos que compõem o computador, para estudos sobre a arquitetura computacional.

O uso da manufatura aditiva pode ser utilizada também por parte dos alunos para o auxílio na apresentação de trabalhos escolares, assim, os alunos que assistem a apresentação, podem manusear os objetos sem ficar sujeito a apenas explicação de imagens exibidas em slides.

Dentro de sala de aula, pode haver trabalhos em uma espécie de adivinhação, como por exemplo, a confecção de 5 corações sendo que 4 deles possuem partes faltantes, assim, para alunos que estudam o corpo humano, possam manusear as todos os objetos e verificar qual deles é o coração correto, e o porquê.

Uma vez dito sobre possíveis aplicações da impressão 3D dentro da sala de aula, vale a importância do entendimento sobre a modelagem 3D, pois a modelagem 3D é um dos processos que faz parte da manufatura aditiva, e sem ela torna-se impossível a confecção de objetos tridimensionais. Logo, a modelagem 3D acaba se tornando uma ferramenta para o auxílio de atividades escolares.

O processo para a criação de um modelo 3D pode ser feito através de diversos softwares CAD, um com mais opções e outros com menos opções, um de forma gratuita e outros de forma paga. Dentro desses softwares, através das ferramentas que os mesmos compõem, o usuário começa a criação do objeto 3D para posteriormente acontecer a fabricação do mesmo.

O uso da impressão 3D como auxílio na educação, dá a entender também como um novo recurso para “alimentar” a metodologia STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) que significa Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. O STEM é um método utilizado para interligar as quatro áreas do conhecimento (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática), incentivando a aprendizagem interdisciplinar como foco na prática do aprendizado. (Tecnologia Educacional, 2021). “Um dos grandes objetivos desse modelo de ensino é preparar os estudantes de hoje para o mercado de trabalho amanhã.”. (Tecnologia Educacional, 2021). Tecnologia Educacional (2021), conta que o modelo STEM traz benefícios aos alunos, tais como: mais atenção nas atividades propostas, se tornam mais preparados para o mercado de trabalho, e podem desenvolver mais habilidades para desenvolvimento prático. Um outro método é o STEAM, com o mesmo significado do STEM, porém, com o adicionamento do “A” de Arts para interligar as outras disciplinas. O STEAM, segundo o site Tecnologia Educacional (2021), “É considerada uma metodologia integrada e baseada em projetos, que tem o objetivo de formar pessoas com diversos conhecimentos, desenvolver valores juntamente com os conteúdos abordados e preparar alunos e cidadãos para os desafios do futuro.” Tecnologia Educacional (2021) conta que o STEAM tem como objetivo desenvolver habilidades em alunos, tais como: Criatividade, Imaginação, Comunicação, Colaboração, Habilidades sociais e culturais, para uma melhor convivência na sociedade. A diferença entre os dois métodos, basicamente, é que o STEM trata de como fazer as coisas, ou seja, quais técnicas utilizar para desenvolver alguma atividade, e o STEAM, mostra o porquê disso, ou seja, se trata de algo mais interpretativo e reflexivo. Tecnologia Educacional (2021).

Tanto para forma de disciplina individual, quanto para a forma com a metodologia STEM/STEAM, há a importância de um espaço para práticas de desenvolvimento de projetos de um determinado assunto aprendido. Com isso, o espaço maker se encaixa nesse aspecto. Espaço maker, segundo a Redação Lyceum (2019), é um ambiente físico onde alunos trabalham em conjunto para o desenvolvimento de seus projetos e compartilhamento de ideias, através da cultura maker, cultura esta que, segundo a Redação Lyceum (2019), é uma cultura onde defende a ideia de que qualquer pessoa consegue produzir seus próprios objetos. A ideia da cultura maker em um ambiente escolar é fazer com que os alunos, no espaço maker, possam desenvolver seus próprios projetos, buscando o conhecimento de novas ideias em outros grupos presentes, ou também em compartilhar ideias para outros grupos, dialogar e testar as ideias, sem a ideia de o professor dizer o jeito certo de fazer aquilo, ou seja, se torna também uma pessoa para compartilhar ideias, para que alunos desenvolvam seus projetos. Redação Lyceum (2019).

Diante deste fato, a modelagem 3D, a impressão 3D, acaba se tornando um recurso tecnológico para facilitar mais ainda no desenvolvimento de projetos dentro

do espaço maker, também para adquirir mais conhecimentos tecnológicos que possam também ajudar alunos a estarem mais preparados para o mercado de trabalho.

Redação Lyceum (2019), conta duas vantagens valorizando a atividade maker, “A primeira delas é o abandono de práticas retrógradas que tornam a educação enfadonha para os alunos, principalmente das séries iniciais, as quais devem ser especialmente estimulantes.” e a segunda é, “Depois, mirando o Ensino Médio, é uma oportunidade de despertar nos alunos, interesses e habilidades indispensáveis para o mercado de trabalho, como liderança, proatividade e condições técnicas para lidar com a tecnologia.” Redação Lyceum (2019).

#### **4.1. Desafios para os professores**

Com este novo recurso para tentar ajudar no processo de aprendizado dos alunos, os professores devem compreender sobre modelagem 3D, processo de impressão e como funcionam as impressoras, e também sobre filamentos, pois os mesmos podem utilizar as impressoras 3D para imprimir objetos para servir de auxílio dentro da sala de aula.

Observando-se um novo sistema de ensino utilizando as impressoras 3D, os professores têm a necessidade de estarem hábitos com isso. Um exemplo disto, é a inserção do espaço maker, onde a impressão 3D e modelagem 3D podem ser encaixadas, assim não sendo os únicos recursos que incluem neste espaço, onde alunos têm livre circulação para trabalharem em grupos, compartilhando ideias e buscando conhecimento com outros alunos para o desenvolvimento de seus projetos.

Para o desenvolvimento de novos recursos através da impressão 3D para servir de apoio no ambiente educacional, professores devem contar também com a paciência, em virtude de que nem sempre as peças a serem produzidas são concluídas em curto tempo, isto é, dependendo do tamanho, formato da peça, seus detalhes, a impressão tende a demorar. Além disso, falhas podem ocorrer durante a impressão, como: enroscamento de filamento, peça desgrudar da mesa e/ou ficar com formato não desejado. Assim, em um possível manuseio das impressoras por parte dos professores, fica necessário um pequeno treinamento para a utilização deste equipamento para que os mesmos possam resolver eventuais problemas.

#### **4.2. Desafios para os alunos**

Os alunos devem se tornar mais participativos durante as dinâmicas em sala de aulas utilizando objetos 3D. Compreender sobre modelagem 3D, e impressão 3D. Conter a prática de imprimir objetos, também possibilita a utilização das impressoras pelos alunos para que eles possam imprimir seus objetos 3D para eventuais trabalhos escolares, como por exemplo, utilizar os objetos para ajudar durante a apresentação de um trabalho, sem que contenha apenas slides.

A modelagem 3D junto a impressão 3D, pode ser um possível trabalho escolar solicitado pelo professor, assim, os primeiros contatos com a modelagem 3D por parte do aluno podem não ser algo tão fácil a depender do modelo a ser produzido, portanto, fica necessário o conhecimento prático sobre as ferramentas de

modelagem, também pelo fato de que nem sempre será encontrados modelos prontos em repositórios.

Dentro do cenário maker, por exemplo, alunos devem manter o costume de conseguir produzir seus projetos, buscar conhecimento com outros alunos e também saber compartilhar conhecimentos, sem que professores digam o jeito certo de fazer tal projeto.

Vale ressaltar também que os alunos devem ter paciência no desenvolvimento de seus projetos, em modelagem 3D, onde pode não ser uma tarefa fácil na criação de modelos tridimensionais, e em impressão 3D, onde falhas durante a impressão podem ocorrer e objetos não ficarem no formato desejado, além de um possível grande tempo para conclusão da impressão do objeto.

## 5. Metodologia

Este trabalho foi realizado com a metodologia de pesquisa exploratória com desenvolvimento de protótipos através das impressões 3D.

As impressoras utilizadas para realizar as impressões foram as: CREALITY Ender 3, GTMAX A1V2, CREALITY Ender 5 e CREALITY CR10, todas elas alimentadas com filamentos do tipo PETG. As peças escolhidas para serem impressas foram:

- Clips para Plantas: disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:4660571>
- Trator (arado): disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:4684891>
- Vaso para cultivo de sementes: disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:4811858>
- Abelha: disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:2352705>

Devido ao fato dos objetos já estarem modelados e hospedadas no site Thingiverse, o único software utilizado foi o Ultimaker CURA 3D versão 4.1.13, para que os modelos fossem fatiados e inseridos no cartão de memória, e posteriormente impressos. Este software também foi o responsável por configurar o tempo de impressão, adição de suporte e/ou base de aderência para as peças.

A coleta das demandas das peças ocorreu quando as professoras regentes do curso de agropecuária do IF Sertão PE, campus Salgueiro, acessaram o site Thingiverse e selecionaram as peças que seriam impressas para utilizá-las como apoio na sala de aula. A seção 6, resultados e discussão, mostra uma tabela das peças selecionadas com detalhes do tempo de impressão e custo.

## 6. Resultados e Discussão

O processo de impressão 3D é lento e ocasionalmente complexo devido aos problemas que podem surgir durante a produção de uma peça. É comum ocorrer problemas como: entupimento do bico, desnivelamento da mesa, enroscamento do filamento, peças que soltam da mesa no meio da impressão e muitos outros problemas. Assim, além do longo do tempo para imprimir, há atrasos que são

inerentes ao estado da tecnologia que se distingue pela complexidade do processo de impressão, por exemplo, em papel. A estimativa do tempo de impressão das peças deste trabalho são exibidas na Tabela 1, mas o tempo real para impressão foi de várias semanas para aquisição do conhecimento das habilidades mínimas necessárias para iniciar as impressões, além de contornar os erros no caminho.

Como mostrado na seção anterior, as professoras regentes das turmas de agropecuária, selecionaram através do repositório de objetos 3D as peças que seriam utilizadas como auxílio na educação. A tabela abaixo mostra a demanda das peças selecionadas, bem como os custos de produção por unidade.

**Tabela 1 - Tabela da demanda das peças selecionadas**

Nome	Número de Peças	Tempo	Quantidade	Link	Custo por unidade
<b>Clips for plants</b>	1	20 min	30	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:4660571">https://www.thingiverse.com/thing:4660571</a>	R\$ 0,31
<b>Seed starting pot</b>	4	10h + 58min + 48min + 48min	20	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:4811858">https://www.thingiverse.com/thing:4811858</a>	R\$ 9,71
<b>Abelha</b>	1	16h20min	4	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:2352705">https://www.thingiverse.com/thing:2352705</a>	R\$ 2,63
<b>OpenRC Tractor - Plow*</b>	19	média de 1h / peça	4	<a href="https://www.thingiverse.com/thing:4684891">https://www.thingiverse.com/thing:4684891</a>	R\$ 8,43

A tabela 2 mostra os custos das impressoras 3D e dos materiais utilizados

**Tabela 2 - Tabela de custos de impressoras e filamento.**

Impressoras e Filamento	Custos (Média)
Impressora Creality Ender 5	R\$ 2.400
Impressora Creality Ender 3	R\$ 1.300
Impressora Creality CR10	R\$ 4.000
Impressora GTMAX A1V2	R\$ 6.700
Filamentos PETG (KG)	R\$ 100

Durante o processo de impressão, em virtude de erros ocasionados e demais alunos utilizando filamentos, houve a necessidade de aquisição de demais materiais, o que torna um desafio por parte da instituição.

Dentre as peças selecionadas, a primeira a ser impressa foram os 30 cliques. Os cliques foram impressos 5 por vez a cada impressão, até obter o total de 30. A figura 7 mostra a imagem de alguns cliques impressos na impressora Ender 3, bem como o tempo de impressão de cada uma. Os cliques são impressos sob uma base de aderência.

**Figura 7 - Clips impressos na impressora ender 3, e tempo de impressão.**



**Fonte: Autorial Própria**

Na figura 8 mostra os cliques impressos na impressora Ender 5, e o tempo de impressão. Nesta, os cliques também são impressos sob uma base.

**Figura 8 - Clips impressos na impressora ender 5, e tempo de impressão.**



**Fonte: Autorial Própria**

Na figura 9 mostra o total de cliques gerados.

**Figura 9 - Clips gerados**



**Fonte: Aatoria Própria**

A figura 10 mostra como os cliques são utilizados na prática.

**Figura 10 - Cliques para prender plantas.**



**Fonte: thingiverse.com**

O segundo objeto selecionado para ser impresso, foi o Trator (OpenRC Tractor - Plow\*). As peças do trator foram impressas divididas e foi utilizada a impressora Ender 5. A figura 11 mostra uma parte do trator sendo impressa e o tempo de impressão.

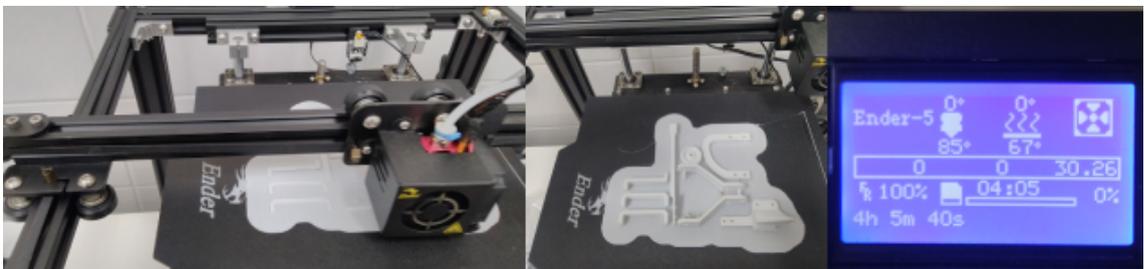
**Figura 11 - 6 peças de um trator sendo impressas, e o tempo de impressão.**



Fonte: Autorial Própria

A figura 12 mostra outro conjunto de peças de um trator sendo impressas, também na impressora 5.

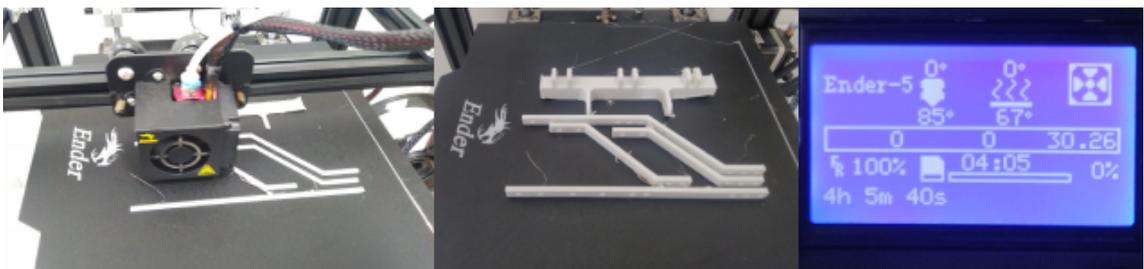
Figura 12 - Conjunto de peças de um trator sendo impressas, e o tempo de impressão.



Fonte: Autorial Própria

A figura 13 mostra o conjunto final de peças a serem impressas de um trator.

Figura 13 - Conjunto final de peças do trator a serem impressas, e o tempo de impressão.



Fonte: Autorial Própria

A figura 14 mostra um total de peças que formam 3 tratores.

Figura 14 - Peças para um total de três tratores.



Fonte: Autoria Própria.

A figura 15 mostra um trator montado

Figura 15 - Peças de um trator montadas.



Fonte: [thingiverse.com](http://thingiverse.com)

O terceiro objeto selecionado para ser impresso, foi o Vaso para plantas (seeding starting pot). Os vasos foram impressos utilizando as impressoras: Ender 3, Ender 5, e CR10, por conta do tempo de impressão. A figura 16 mostra um vaso sendo impresso na impressora Ender 5, bem como o tempo de impressão.

**Figura 16 - Vaso para plantas, sendo impresso, e o tempo de impressão**



**Fonte: Autoria Própria**

A figura 17 mostra um vaso impresso sendo utilizado na prática.

**Figura 17 - Vaso para plantas.**



**Fonte: thingiverse.com**

O último objeto para ser impresso, foi a abelha. As abelhas foram impressas na impressora GTMax. A figura 18 mostra uma abelha sendo produzida na impressora, bem como o tempo de impressão.

**Figura 18 - Abelha sendo impressa, e tempo de impressão.**



**Fonte: Autorial Própria**

Por conta da estrutura da Abelha, a mesma precisa de um suporte que são impressos e inseridos em determinadas partes da peça. Em uma tentativa de produzir um objeto de uma abelha, acabou ocorrendo um erro ao uma parte do suporte quebrar, tornando-se impossível a confecção do objeto da forma original. A figura 19 mostra o erro ocasionado.

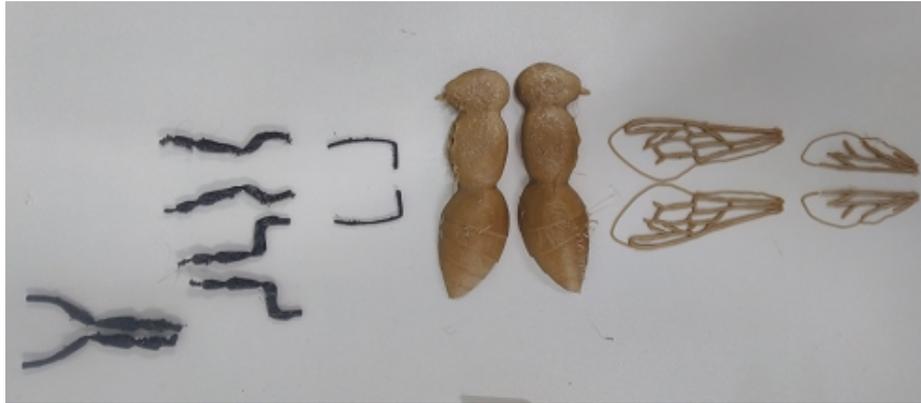
**Figura 19 - Suporte quebrado da peça da abelha.**



**Fonte: Autorial Própria.**

Por conta da impressão da abelha ser muito difícil, pelo fato de que a mesma necessita de suporte, o qual tem que ser bem configurado para não ocorrer dificuldades na remoção do mesmo, foi decidido realizar a impressão da abelha em partes separadas. Assim, a figura 20 mostra as peças da abelha impressas separadamente: Pernas, Antenas, Corpo e Asas.

**Figura 20 - Abelha impressa por partes.**



**Fonte: Autoria Própria.**

A figura 21 mostra a abelha montada.

**Figura X - Abelha montada**



**Fonte: thingiverse.com**

O fato de um projeto virtual poder ser fabricado de modo real é algo extremamente incrível. Várias peças podem ser impressas a ponto de auxiliar no processo educacional, seja para atividades práticas, ou um complemento para entender um assunto abordado teoricamente. Contudo, torna-se importante o acesso de alunos e professores diretamente a manufatura aditiva, pois, isto possibilita que diferentes atividades sejam realizadas. Assim, utilizar softwares de modelagem 3D para criação de objetos virtuais e também a confecção dos mesmos através da manufatura aditiva, não apenas ajuda no processo de ensino e aprendizagem, como também promove novos conhecimentos tecnológicos e experiência prática, o que faz, principalmente os alunos, a se tornarem pessoas mais preparadas e com vantagens no mercado de trabalho, uma vez que a tecnologia está sendo cada vez mais inserida no âmbito profissional.

As impressoras 3D são máquinas fáceis de manusear e entender seu funcionamento, isto faria com que alunos e professores pudessem aprender a usufruir deste equipamento em curto tempo. Algo que provavelmente seria um pouco mais dificultoso, seria o aprendizado em softwares CAD para criação de objetos tridimensionais, porém vale o aprendizado quando o assunto é se tornar um profissional mais preparado. Entretanto, modelos prontos podem ser encontrados em repositórios, tal como o Thingiverse, o que facilita para professores e alunos utilizarem objetos que os auxiliam de alguma forma em sala de aula.

Portanto, o acesso de professores e alunos a manufatura aditiva, e também a utilização de softwares CAD, apresenta um modo de ensino mais divertido e interativo. Além disso, este acesso permite que os mesmos não dependam de outros para a realização de impressão de objetos para atividades escolares. Assim, seus objetos podem ser fabricados a qualquer momento, bem como atividades com esta tecnologia da impressão 3D podem ser realizadas.

### **6.1. Processo de utilização das peças dentro da sala de aula**

Os 30 clips gerados serão utilizados para ajudar no manejo das culturas, estes objetos podem ser utilizados em disciplinas como: Horticultura, Olericultura, Fruticultura e Floricultura. Os tratores (Arado) impressos servirão para estudo sobre composição do implemento, estes objetos serão utilizados nas aulas de Mecanização. Os vasos impressos serão utilizados para produção de mudas com número pequeno de células, o que permitirá que trabalhem com diferentes espécies de forma individual com os alunos, estes objetos podem ser utilizados em disciplinas como: Horticultura 1 e 2, Olericultura e Grandes Culturas. Por fim, a abelha servirá para o estudo de morfologia da espécie, e será trabalhado com a turma em grupos, esse objeto será utilizado na disciplina de Apicultura.

A aplicação efetiva ocorrerá posteriormente, devido a necessidade de mais tempo para o acompanhamento do ensino dos alunos dentro da sala de aula através dos objetos gerados.

## **7. Considerações Finais**

Este trabalho tratou da materialização de objetos 3D, utilizando a manufatura aditiva, relacionados ao curso de agropecuária, como amparo no ensino para alunos do determinado curso. As peças confeccionadas mostram a eficácia da impressão 3D mesmo em objetos com muitos detalhes.

Através das peças impressas, pode-se esperar que as mesmas sejam um bom benefício para professores e também para alunos em atividades práticas e/ou um reforço para entendimento teórico. Além disso, o manuseio dessas peças podem despertar o interesse tanto de alunos e professores para confecção de novos objetos, e também o interesse em aprender a manusear a impressora e criar objetos tridimensionais em softwares CAD.

Na impressão 3D, acontece de que determinado objeto a ser impresso possa precisar de suporte para que sua impressão seja realizada de forma correta. O software CURA 3D, indica quando uma determinada peça provavelmente precise

de suporte, assim, o mesmo conta com opção para a geração de um suporte que será fixado em determinada parte da peça. Contudo, um problema que é ocasionado a isto, é que pelo fato de o suporte fazer parte da impressão, o tempo de impressão tende a aumentar muito dependendo do suporte gerado pelo software, ou seja, acaba sendo algo cansativo, demorado, e também ocorre mais gasto com filamentos. Portanto, fica como trabalho futuro, o estudo de técnicas para serem utilizadas na impressão 3D como forma de diminuir o tempo de impressão sem afetar o desenvolvimento da peça original a ser gerada. Fica também, como trabalho futuro, um estudo de como está sendo a evolução no aprendizado dos alunos do curso de agropecuária, com objetos desenvolvidos através da manufatura aditiva.

### AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) - Campus Salgueiro, por conceder o acesso ao campus, e também ao laboratório maker, por disponibilizar impressoras 3D, bem como os insumos para realização das impressões dos objetos tridimensionais.

### Referências

ALCAIDE, E.; WILTGEN, F. (2018) ESTUDO DAS TECNOLOGIAS EM PROTOTIPAGEM RÁPIDA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/exatas/article/view/2757>

BARBOSA, F. D. D.; MARIANO, E. F.; SOUSA, J. M. (2021) Tecnologia e Educação: perspectivas e desafios para a ação docente. Disponível em: <http://www.conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/91>

BESKO, M.; BILYK, C.; SIEBEN, P. G. (2017) Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. Disponível em: <https://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf>

CARBONI, M. H. S.; SCHEER, S. (2021) Manufatura aditiva como ferramenta didática para a formação de profissionais da AEC. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/567>

COLPES, K. M. (2014) Impressora de gráficos em alto-relevo para cegos : um facilitador no ensino da física e da matemática. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/97231>

EDUCACIONAL, T. (2021) STEAM OU STEAM? O que são e no que se diferenciam? Disponível em: <https://tecnologia.educacional.com.br/blog-habilidades-sec-xxi/steam-ou-steam-o-que-sao-e-no-que-se-diferenciam/> Acesso em 07 de Fevereiro de 2022.

FREY, S. (2021) Software CAD gratuito: melhores programas de 2021. Disponível em: <https://all3dp.com/pt/1/melhores-sofware-cad-gratuitos-programa-3d-2d/> Acesso em 02 de Março de 2022.

HENRIQUE, L. (2018) CONFECÇÃO DE MODELOS VERTEBRAIS POR IMPRESSÃO 3D PARA USO DIDÁTICO EM AULAS DE ANATOMIA. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/419/TCC%20Larissa%20Henrique%20Final.pdf?sequence=1>

JUNIOR, N. A. C.; CASTILLO, L. G. (2018) Os desafios em utilizar a impressão 3D no processo ensino-aprendizagem de design. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/86040>

KOTZ, A.; KOVATLI, M.; LOCATELLI, E. (2019) Possibilidades de Uso da Impressora 3D em Projetos de Sala de Aula. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/8618>

LEMKE, R.; SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO E. B. (2016) OAs PARA O ENSINO DE CÁLCULO: POTENCIALIDADES DE TECNOLOGIAS 3D. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/67355>

LYCEUM, R.; (2019) O que é cultura maker e qual sua importância na educação? Disponível em: [https://blog.lyceum.com.br/o-que-e-cultura-maker/#O\\_que\\_e\\_cultura\\_maker](https://blog.lyceum.com.br/o-que-e-cultura-maker/#O_que_e_cultura_maker) Acesso em 08 de Fevereiro de 2022.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. B. (2019) Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/638>

O que é CAD? Entenda como funciona e qual o melhor para o seu projeto. 3DLAB SOLUÇÕES EM IMPRESSÃO 3D (2021). Disponível em: <https://3dlab.com.br/cad-o-que-e/> Acesso em 05 de Fevereiro de 2022.

RODRIGUES, V. P. et al. (2016) MANUFATURA ADITIVA: ESTADO DA ARTE E FRAMEWORK DE APLICAÇÕES. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1657>

SANTOS, J. T. H.; ANDRADE, A. F. (2020) Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/106014>

Makerbot Thingiverse. Disponível em: <https://www.thingiverse.com>

ULTIMAKER CURA: Powerful, use-to-use 3D printing software. versão 4.1.13. Disponível em: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura> Acesso em 11 de Março de 2022

WISHBOX (2020) COMO FUNCIONA UMA IMPRESSORA 3D? CONHEÇA TODOS OS TIPOS. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/blog/como-funciona-uma-impressora-3d-conheca-todos-os-tipos/> Acesso em 12 de Janeiro de 2022.

