



CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

APLICAÇÃO DA MANUFATURA ADITIVA NA FABRICAÇÃO DE ÓRTESES E PRÓTESES POLIMÉRICAS EM ORTOPEDIA¹

Emilene Gomes Carvalho¹ Carlos E. Corrêa²

¹Discente do curso de Tecnologia em Polímeros - Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – Fatec Sorocaba, Sorocaba – SP

²Docente orientador do curso de Tecnologia em Polímeros - Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – Fatec Sorocaba, Sorocaba – SP

RESUMO: O objetivo desse trabalho é verificar a viabilidade de se desenvolver uma órtese polimérica de Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) a pessoas que tem o mal de Parkinson, para a redução e alívio de tremores, utilizando a tecnologia de manufatura aditiva, pois ela permite que sejam realizados desenhos e formatos mais complexos durante a impressão, além de agilidade e redução de gastos. As órteses são componentes essenciais para diversos tipos de problemas de saúde, auxilia na correção de deformidades, redução de dores e distribuição da força em músculos enfraquecidos. Durante as pesquisas não foi possível encontrar órteses ortopédicas articuladas destinadas a quem tem mal de Parkinson com baixo custo. Existe um interesse grande em se auxiliar esses pacientes, através de colheres adaptadas, ou produtos com um custo elevado. A manufatura aditiva permite a fabricação personalizada de peças complexas, o que é vantajoso para a criação de órteses poliméricas, através de geometrias precisas e é possível atender as necessidades individuais de cada pessoa. O objetivo visa explorar o potencial da combinação da engenharia com a medicina, facilitando o dia a dia de quem tem o mal de Parkinson e trazendo conforto e segurança a esses pacientes através do uso da tecnologia de manufatura aditiva.

O resultado esperado com a órtese polimérica para quem tem mal de Parkinson, por ser feita de ABS, é que possibilite ao usuário maior firmeza em suas mãos novamente, e ele não perderá propriedades básicas ao ser humano, como no caso o tato. E principalmente assegurar a ele a autonomia de realizar suas refeições sem o auxílio de terceiros.

Palavras-chave: Manufatura aditiva; órteses poliméricas; próteses poliméricas; produtos ortopédicos.

¹ Artigo apresentado à Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales, como parte dos requisitos para o Trabalho de Graduação do Curso Superior de Tecnologia em Polímeros. Sorocaba, 26 de maio de 2024.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Application of additive manufacturing in the manufacturing in the of ortheses and polymer prostheses in orthopedics

The objective of this work is to verify the feasibility of developing an Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) polymeric orthosis for people with Parkinson's disease, to reduce and alleviate tremors, using additive manufacturing technology, as it allows more designs and formats to be created. complex processes during printing, in addition to agility and cost reduction. Orthoses are essential components for various types of health problems, helping to correct deformities, reduce pain and distribute force in weakened muscles. During the research, it was not possible to find articulated orthopedic orthose designed for those with Parkinson's disease at a low cost. There is great interest in helping these patients, through adapted spoons, or high-cost products. Additive manufacturing allows the personalized manufacturing of complex parts, which is advantageous for the creation of polymeric orthoses, though precise geometries and it is possible to meet the individual needs of each person. The objective aims to explore the potential of combining engineering with medicine, facilitating the daily lives of those with Parkinson's disease and bringing Comfort and safety these patients through the use of additive manufacturing technology. The expected result with the polymeric orthosis for those with Parkinson's disease, as it is made of ABS, is that it will allow the user to have greater firmness in their hands again, and they will not lose basic human properties, such as touch. And above all, ensure that he has the autonomy to eat his meals without the help of third parties.

Keywords: Additive manufacturing; polymeric orthses; polymeric prostheses; orthopedic products; manufacturing of polymeric prostheses.

1 INTRODUÇÃO:

Na ONU em 2018 estimou que cerca de 1 bilhão de pessoas no mundo precisavam de ao menos um equipamento assistivo, e que com o envelhecimento da população este número poderá chegar a 2 bilhões de pessoas até 2030, sendo que os idosos precisarão de dois ou mais produtos. Destacasse-se ainda que atualmente, somente 1 em cada 10 pessoas que necessitam, tem acesso a produtos assistivos. (ONU, 2018).

A Manufatura Aditiva vem sendo amplamente aplicada em diversas áreas de atuação, proporcionando uma grande oferta de equipamentos para impressão em materiais poliméricos.

O princípio dessa tecnologia baseia-se na modelagem de objetos a partir de desenhos gerados em CAD (Computer Aided Design) ou de dados digitalizados por varrimento, conceito conhecido como Engenharia Reversa. Assim, as impressoras 3D podem gerar o protótipo sem a necessidade de moldes, até mesmo para a fixação, pois, a própria tecnologia cria o suporte do objeto (Raulino, 2011).

Destacasse-se que os avanços tecnológicos foram criados pela indústria com o propósito de diminuir o tempo de produção, melhorando a qualidade e reduzindo o preço do produto para o consumidor, os avanços tecnológicos expandiram-se também para a área da medicina. Nesse sentido, algumas pesquisas foram realizadas, com objetivo de desenvolver novas possibilidades para o planejamento cirúrgico, utilizando para isso imagens de tomografia computadorizada (CT) e ressonância magnética (MRI), facilitando que os dados sejam transformados em imagens tridimensionais, proporcionando inúmeros benefícios na área biomédica e na medicina veterinária, sendo uma das aplicabilidades a criação de biomodelos de próteses e órteses (Lima, 2003).

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Esse artigo, tem como objetivo explorar a viabilidade de uma órtese polimérica através da manufatura aditiva. Ele consiste em uma pesquisa sobre o material polimérico (Acrilonitrila Butadieno Estireno), neste caso o ABS para a confecção da órtese, equipamento assistivos e como a engenharia está proporcionando avanços na área médica através das impressões 3D.

1.1 Justificativa do tema

A limitação física e o comprometimento da função, ocasionados pela doença do Parkinson refletem na prática das atividades cotidianas, pois o indivíduo apresentará uma dificuldade aumentada na execução ou até mesmo incapacidade de desempenhar suas tarefas isto limitará sua atividade e participação social, levando, muitas vezes, a um quadro de isolamento social, prejudicando sobremaneira a qualidade de vida (SILVA et al., 2010).

Nesse contexto, tem-se a customização, possibilitada pela manufatura aditiva, como aspecto fundamental para mudanças de paradigmas nos conceitos de desenvolvimento de dispositivos assistivos relacionados às atividades cotidianas (ROCHA; LUIZ; ZULIAN, 2003; SANTOS; SILVEIRA, 2020), conforme mostra a

Figura 1.

Figura 1: Exemplo de colher para alimentação



Fonte: Silveira (2017)

Na área de tecnologia assistiva, observa-se que na grande maioria das vezes opta-se pela técnica de manufatura aditiva Fabricação por filamento fundido (FFF) também conhecida como Fused deposition moddlina (FDM) devido à possibilidade de fabricação de peças resistentes com custo relativamente baixo (FERRARI et al., 2019).

1.2 Problema de Pesquisa

É possível produzir uma prótese ou órtese para melhorar a qualidade de vida de pessoas com Parkinson através da manufatura aditiva?

1.3 Objetivo Geral

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

A proposta deste artigo é verificar se é possível modelar em CAD 3D uma órtese personalizada e fabricar esses dispositivos utilizando o processo de manufatura aditiva FDM (Fused deposition moddlina), com a máxima qualidade, baixo custo e resistente que atenda às necessidades do paciente com o mal de Parkinson.

1.3.1 Objetivos Específicos:

A- Desenvolver uma órtese polimérica de ABS para pessoas com mal de Parkinson

B- Criar o protótipo no CAD 3D Inventor 2024, imprimir e verificar os resultados atingidos

C- Realizar os testes de funcionalidade.

D – Verificar se o projeto atendeu ou não aos requisitos especificados; caso positivo, verificar o que pode ser otimizado, caso negativo, verificar o que deve ser modificado para que atenda ao objetivo principal que é a redução de tremores.

2. Referencial Teórico

2.1 Manufatura aditiva *FDM (Fused Deposition Modeling)*

A tecnologia de manufatura aditiva (MA), inicialmente introduzida na década de 1980 para a construção de modelos e prototipagem, agora está disponível comercialmente em várias formas de impressoras 3D. Ao contrário da manufatura conformativa e subtrativa convencional, o ponto forte da impressão 3D é capacidade de fabricar peças personalizáveis de alta qualidade a partir de polímeros, metais e cerâmicas sem o gasto de moldes ou usinagem (NGO et al., 2018; CHEN et al.,)

O planejamento de processo aditivo FDM, envolve as seguintes etapas: modelagem, conversão para STL, fatiamento, definição de parâmetros, impressão e pós-processamento. Essa seção aborda o planejamento de processo para a técnica FDM, mas muitos dos aspectos podem ser generalizados à outras técnicas de manufatura aditiva (GIBSON et al, 2014) conforme mostrado na **Figura 2**.

Figura 2: Etapas de processos de manufatura aditiva



Fonte: Adaptado de Vitale- Catteleer Holdwsh

A base é formada por uma primeira camada de material que visa aumentar a área de contato da peça com a plataforma para ajudar a evitar descolamento durante o processo de impressão. Já as

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

estruturas de suporte são construídas para não ocorrer impressão no vazio em regiões da peça que sejam suspensas ou com inclinações consideráveis. A construção dessas estruturas ocorre de forma que faz com que elas sejam facilmente removíveis após a impressão, para que assim reste somente a peça de fato (THOMPSON et al., 2016).

Essas estruturas adicionais podem ter como objetivo também: compensar empenamentos; possibilitar construção de peças com diferentes características geométricas; contribuir na fixação da peça à mesa de impressão; proteger a peça durante sua retirada após impressão (THOMPSON et al., 2016).

O protótipo desenvolvido da órtese para pessoas com Parkinson será impresso na impressora 3D, como a que é mostrada na **Figura 3** seguindo os critérios apresentados na **Tabela 1**.

Figura 3: GTmax Core A2V2



Fonte: 3D Fila

Tabela 1: Especificações técnicas básicas - Impressora 3D

Tabela 1- Impressora 3D Gtmax - Procore A2V2 - Especificações técnicas básicas - Impressora 3D				
Fabricante:	Ano/lançamento:	Vol./ impressão (mm):	Tamanho/impressora (mm):	Filamentos recomendados
GTMax Core A2V2	2019	220 x 220 x 240	425 x 460 x 612	PLA, PETG, TRITAN, FLEXIVEL e ABS
Tecnologia:	Cabeça de impressão:	Volume de impressão:	Diâmetro do filamento:	Velocidade máx.:

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

FFF/FDM Única extrusão 11,6 litros 1,75 mm 300 mm(s)

Fonte: Adaptado de Encarte Gtmax 3D Core A2 V2

2.3 Filamento de Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)

O ABS tem boas características para fabricação de componentes mecânicos, é flexível, resistente, e permite que as peças sejam lixadas, coladas e pintadas. Porém, recomenda-se a utilização de uma mesa aquecida devido à tendência de empenamento do material (SALINAS, 2014; HUNT et al., 2015), conforme mostrado na

Tabela 2.

Tabela 2: Comparativo ABS e PLA

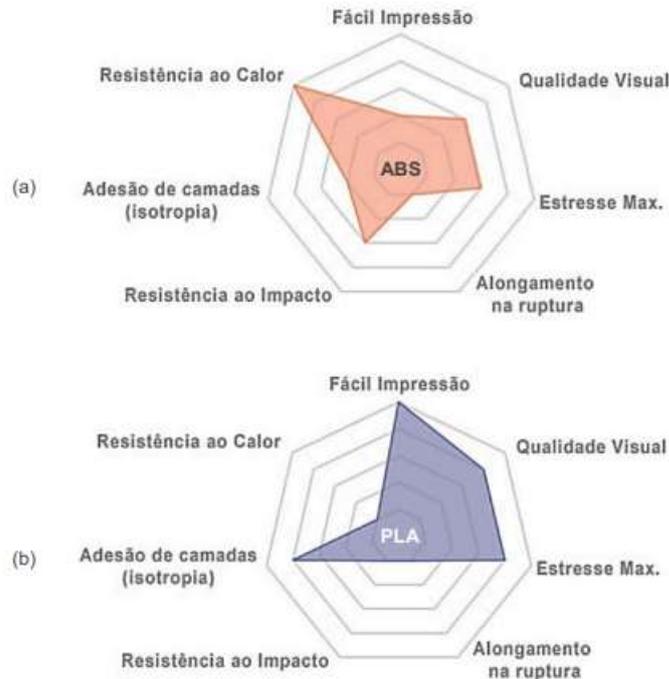
Propriedade	ABS	PLA
Tensão máxima de tração	39 MPa	49,5MPa
Módulo de tração	1,6 GPa	2,3 GPa
Tensão máxima de flexão	70,5 MPA	103MPa
Módulo de flexão	2,1 GPa	3,1 GPa

Fonte: Adaptado de Ultimaker (2020)

Os monômeros constituintes do ABS responsabilizam-se pelas propriedades do material da seguinte maneira: o estireno está relacionado ao brilho, moldabilidade e rigidez; a acrilonitrila oferece resistência térmica e química; o butadieno está ligado à resistência ao impacto e alongamento (DIFALLAH et al., 2012), conforme mostrado na **Figura 4**.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 4: Comparativo ABS e PLA



Fonte: Application (2020)

2.4 Engenharia biomédica e medicina 4.0

Medicina 4.0 ou Saúde 4.0, é o resultado da integração do universo da tecnologia com a medicina, fazendo uso de softwares de gestão, computação em nuvem, mecanismos automatizados, internet das coisas, dentre outras tecnologias, visando a prevenção de enfermidades (MORSCH, 2018).

A engenharia de reabilitação é uma das especialidades mais recentes da engenharia biomédica e é concentrada basicamente na pesquisa, desenvolvimento, projeção e produção de equipamentos e próteses, atuando tanto na indústria ou de forma multidisciplinar, em conjunto com a unidade de terapia e instituições de pesquisa. Os mais novos avanços obtidos na área de processamento de sinais biológicos e neurotransmissores que constituem um dos campos de maior desenvolvimento nesse setor e vem criando um panorama para atuação da medicina na criação de terapias com maior eficácia. (Antônio,2004).

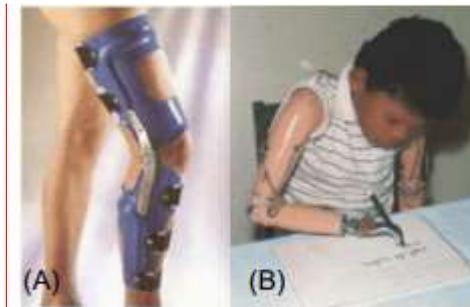
2.5 Órteses e próteses

As órteses são dispositivos ortopédicos utilizados para apoiar, alinhar ou corrigir deformidades de um segmento corporal, visando melhorar a função dessa parte do corpo. De forma geral, os benefícios terapêuticos das órteses podem ser: controlar movimentação excessiva ou indesejada; limitar amplitude de movimento; manter alinhamento específico; servir de apoio para músculos fracos; transferir cargas de pontos dolorosos específicos para outras regiões, aumentando o conforto; proteger áreas com sensibilidade reduzida, evitando desconforto de choques acidentais; em

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

alguns casos as órteses conseguem corrigir a deformidade, contribuindo para a progressão do tratamento e em outros aplicam-se apenas para melhorar a sensação de conforto do usuário (EDELSTEIN; BRUCKNER, 2006, p. 2-9) Exemplo de órtese e prótese mostrado na **Figura 5**.

Figura 5: Exemplo A- Órtese e B- Prótese



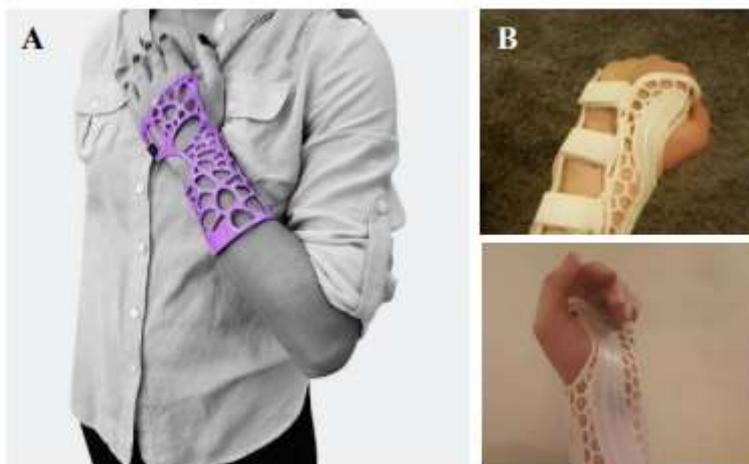
Fonte: Adaptado de BERSCH (2017, p.8)

Órteses são produtos assistivos utilizados em contexto terapêutico, para contribuir com a melhoria da condição de saúde de seu usuário (FERRIGNO, 2007). Segundo Saharan et al., 2017, órteses devem ser leves e adequadas à necessidade e às características da incapacidade de cada pessoa, o que pode dificultar em alguns casos a adaptação a produtos comerciais, sendo necessário o desenvolvimento de órteses personalizadas.

Com a evolução das impressoras 3D, dispositivos que viabilizam a produção de objetos tridimensionais a partir de desenhos digitais, abriu-se a possibilidade para concepção de novos modelos de órteses direcionadas à melhoria da escrita. A adoção da tecnologia 3D está em constante ascensão em aplicações médicas (JAVAID; HALEEM, 2018). Os benefícios encontrados ao utilizar essa forma de produção na área médica são vários, entre eles: 1) Customização de produtos, a qual proporciona um melhor encaixe e aceitação pelo paciente, 2) Vasta disponibilidade de materiais disponíveis para impressão, 3) Vários materiais biocompatíveis, 4) Produção automatizada, e 5) Componentes estruturais precisos (TOFAIL et al., 2018). Abaixo é possível ver órteses, feitas a partir da manufatura aditiva disponíveis no mercado, conforme mostra a **Figura 6**.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 6: Modelos de órteses impressas distribuídas (a) comercialmente e (b) em plataforma de design digital



Fonte: Adaptado de Fix it, 2021 e Thingy

Existe uma empresa no Reino Unido chamada GyroGear, que está fazendo uso da tecnologia aeroespacial e giroscópios mecânicos de satélites para reduzir eficazmente os tremores das mãos e restaurar suas funções normais.

Por que isso é importante? Segundo informações da empresa a prevalência de tremores tem aumentado ao longo de oito anos, de 2010 a 2018. Não há cura para isso no momento. Apenas um medicamento – propanol- foi altamente aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos para o seu tratamento.

Mas o que ela faz? De acordo com a GyroGear, a luva adota a mais recente tecnologia e é capaz de trazer alívio aos seus usuários e apoiá-los nas atividades diárias. A GyroGear arrecadou US\$ 4,3 milhões para esse projeto de luva médica. O financiamento será utilizado para ensaios clínicos, aprovação regulamentar e investigação de desenvolvimentos adicionais, conforme mostrado na **Figura 7**.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 7: (Imagem cortesia de GyroGear)



A GyroGlove é um acessório utilizado nas mãos que ainda está em fase de desenvolvimento.

A GyroGlove™ contém dois discos giratórios (giroscópios) que começam a girar instantaneamente quando são detectados tremores corporais. Este dispositivo é um dispositivo pequeno e leve para estabilidade que cabe na face dorsal da mão. Ele usa um giroscópio miniatura ajustável dinamicamente, que fica nas costas da mão dentro de uma caixa de plástico, quando o usuário liga o dispositivo, o giroscópio ganha vida, ele é alimentado por uma bateria. Sua orientação é ajustada por uma dobradiça de precisão e uma plataforma giratória, controlada por uma pequena placa de circuito repelindo assim os movimentos do usuário enquanto o giroscópio tenta se retificar, amortecendo assim quaisquer tremores na mão do usuário. É operado por bateria recarregável que pode durar dez horas, as unidades também rastreiam os dados produzidos pelos tremores do usuário, fornecendo informações para pesquisas médicas, informando os usuários e seus familiares e os médicos, conforme mostrado na **Figura 8**.

Figura 8: Copyrighted by Gyro Gear



2.6 Órtese polimérica para quem tem o mal de Parkinson

A doença de Parkinson (DP) é uma desordem neurodegenerativa do sistema nervoso central, de caráter progressivo, onde a lesão geralmente está na substância negra, resultando em diminuição de dopamina nas fibras nigro-estriatais, cessando as atividades modulares que essas fibras exercem sobre o circuito motor básico no cérebro (MARTINS; CAON; MORAES, 2020).

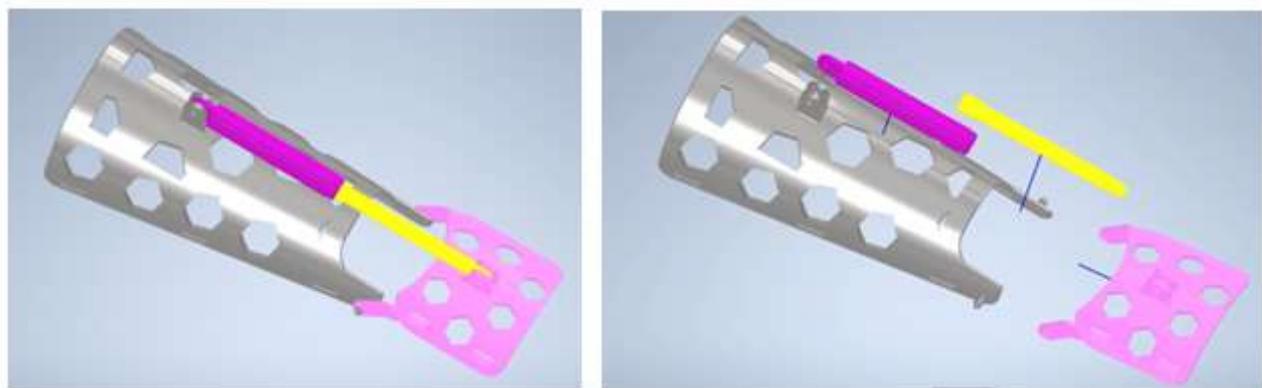
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

As alterações no controle motor tornam-se notáveis no seu portador, caracterizando-se por: tremor, rigidez muscular e bradicinesia. Nas formas clínicas avançadas, costumam ocorrer alterações posturais e distúrbios do equilíbrio e marcha (CABREIRA; MASSANO, 2019; PALAMARCHUK, 2020).

Com a pesquisa que foi realizada, encontramos uma diversidade de órteses, porém, poucas articuladas, e nenhuma realizada especificamente para o Parkinson que seja comercializada com um baixo custo.

Pensando nisso, visando a qualidade de vida e conforto, entendemos a real necessidade de se fazer o uso de ferramentas como o Inventor 2024 juntamente com a manufatura aditiva na criação de produtos que possam suprir as necessidades de cada um. Respeitando também a sensibilidade que cada pessoa possui em sua pele, entendemos que se faz necessário, que a textura aplicada nessas órteses assim como nas próteses seja orgânica, para que a transpiração natural da pele não se torne um problema, trazendo desconforto, mau cheiro ou coceiras, conforme mostra a **Figura 9**.

Figura 9: Órtese para quem tem mal de Parkinson



Fonte: Inventor 2024 - (autoria própria)

3 Metodologia

Foi realizado a impressão 3D com modelamento CAD, através do software Inventor 2024; onde este, sendo exportado em arquivo STL, para a impressão. Abrimos o arquivo STL no software de fatiamento Ultimaker Cura; onde foram gerados os arquivos de impressão na extensão gcode. Posteriormente os testes funcionais na peça deverão ser realizados.

Ocorreu a impressão do protótipo com o filamento ABS na impressora Gtmax Core A2V2 conforme mostra a **Figura 3**.

3.1 Informações de impressão da órtese para quem tem Parkinson

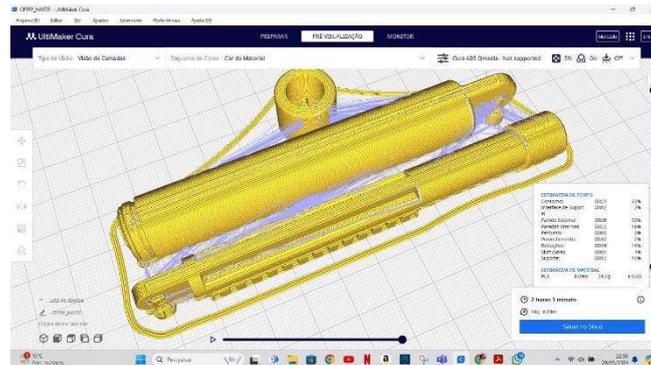
Foram realizadas as medições da paciente e desenvolvido o modelamento no Inventor 2024 com o uso de comando imagem de esboço para a personalização da órtese. As medidas foram tiradas através de um paquímetro. Abaixo, temos a imagem do estabilizador otimizado que tem como objetivo principal controlar o tremor e reduzir movimentos espontâneos ocasionados pelo mal de Parkinson. Ele é composto por um tubo, pistão e uma mola. Abaixo, segue a imagem do tubo e pistão

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

já preparados para a impressão com o tempo de impressão estimado de 2 horas e um minuto. Conforme mostra a

Figura 10.

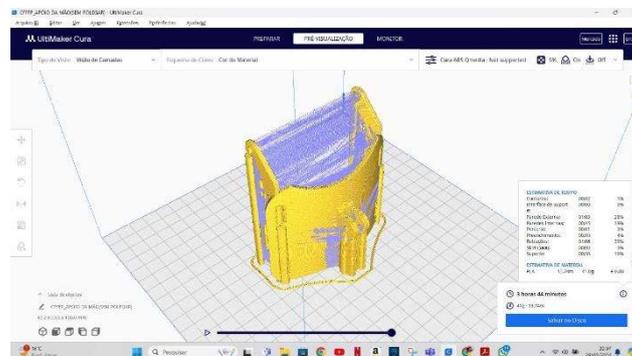
Figura 10: Imagem Gcode



Fonte: Inventor 2024 - (autoria própria)

A proposta é que a mola dentro do pistão faça força contraria ao dorso das mãos do paciente, amortecendo os movimentos espontâneos. Acreditamos que isso reduzirá significativamente os tremores. O apoio das mãos, teve o tempo de impressão estimado de 3 horas e 44 minutos, conforme mostra a imagem da **Figura 11**.

Figura 11: Imagem Gcode



Fonte: Inventor 2024 (autoria própria)

Para realizar a impressão, necessitou calibrar a impressora de acordo com o material que seria usado, nesse caso o ABS. A temperatura indicada de impressão do ABS, na impressora GTMax3D é de 210° a 230° C com velocidade de impressão de 80 a 150mm/s, a temperatura da mesa é de 100° a 130° C e com baixa necessidade de ventilação na peça. A imagem a seguir é referente ao tempo de impressão e temperatura do estabilizador otimizado, conforme apresenta a **Figura 12**.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 12: Tempo de impressão e temperatura



Fonte: Autoria própria

A proposta desse artigo é demonstrar na prática a viabilidade de se desenvolver uma órtese polimérica articulada através de manufatura aditiva a um custo baixo, para atender melhor aos pacientes de Parkinson e ao que tudo indica, é sim possível. O tubo e o corpo do pistão já impressos aparentam estar em conformidade com o que se é esperado da peça. Conforme mostra a **Figura 13**.

Figura 13: Estabilizador automatizado - GTmax 3d



Fonte: Autoria própria

É perceptível, que hoje em dia há uma parceria muito interessante e promissora entre a engenharia e a medicina, que juntos estão somando esforços para fazer melhor uso de softwares como o Auto Cad, Solid works ou inventor 2024. Essas ferramentas somadas a impressão 3D possibilitam a redução do uso de material durante a confecção das peças e melhora a estética de cada uma, sem se

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

esquecer na agilidade que trouxe para se poder ter um protótipo. As imagens que seguem abaixo são da base do braço e a configuração para o tempo de impressão. Conforme mostra a **Figura 14**.

Figura 14: Base do braço e dados de impressão – Tempo e temperatura/ GTMax3d



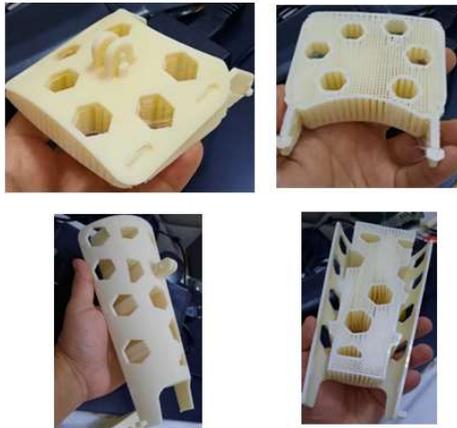
Fonte: Autoria própria

3.2 Resultados e Discussão

Através do Inventor 2024, realizamos o modelamento da órtese ortopédica para quem tem mal de Parkinson e a simulação dos movimentos de articulação da peça, assim como a análise de torção e tensão em cada uma das peças. Isso possibilitou verificar que a espessura adotada para a peça atendeu as necessidades, e não desperdiçou material. Entendemos que se faz necessário maiores testes e experimentos para que haja melhorias no protótipo, porém, da forma de foi desenvolvido, ela atende as necessidades sugeridas. Para que seja percebido as falhas de projeto, se faz necessário o uso do protótipo pelo paciente para verificarmos lugares que podem conter folgas, ou que possam machucar a pele. A seguir, imagens da impressão do protótipo, conforme a **Figura 15**.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 15: Impressão apoio das mãos e base do braço a ainda com a estrutura de suporte



Fonte: Autoria própria

Com as peças já impressas foi possível observar a rapidez e a qualidade atingida em cada uma, através da manufatura aditiva. O tempo, total de impressão, se somados todas as peças foi em média de 17 horas e 76 minutos, conforme a **Figura 16**, finalizamos aqui mostrando o resultado final da órtese para quem tem o mal de Parkinson já no braço, ainda sem o estabilizador fixado, e sem as fitas de velcro, apenas para verificar possíveis ajustes.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 16: Verificação e montagem de peças



Fonte: Autoria própria

4. Considerações Finais

Através da pesquisa levantada, podemos sugerir que a manufatura aditiva com a geometria complexa atende as necessidades do modelamento para esse protótipo, e colaborou na avaliação do projeto a ser desenvolvido e no material polimérico a ser usado. Devido a órtese ser feita de ABS, sugerimos que o usuário terá maior firmeza em suas mãos novamente, e não perderá propriedades básicas ao ser humano, como no caso o tato.

Podemos assim concluir, que o obtivemos sucesso durante todo o projeto do protótipo e impressão, porém, assim como em todos os projetos, sempre há melhorias a serem feitas e adaptações a serem acrescentadas para se obter um resultado melhor do que o esperado, sugerimos uma análise de tensão e torção e testes com a impressão de PLA.

4.1 Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que me possibilitou os meios de realizar o curso de polímeros até aqui. Quero agradecer também a Fatec de Sorocaba pelos conhecimentos a mim transmitidos e em especial ao professor Carlos Eduardo Correa, devido a sua orientação ao longo de

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

todo o projeto e sua enorme paciência em ensinar, por último, mas não menos importante a minha família, por compreender os meus esforços.

5 Referências^[FGDCB1]

SANTOS, Viviani Lara. **Perfil Epidemiológico da doença de Parkinson no Brasil**: Brasília, 2015.

SILVA, C. C.; SILVA, D. E. P.; SILVA, R. M.; LEITE, E. B. C.; CORIOLANO, M. G. W. S.; LINS, C. C. S. A.; **Avaliação da correlação entre biofilme dental e qualidade de vida em pessoas com Parkinson**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.3, p.28871-28880mar 2021.

QUIRINO, Eduardo Moraes. **Avaliação Experimental de Corpos de prova de PLA gerados por Manufatura Aditiva e recomendações sobre a aplicação em dispositivos assistivos**. São Carlos, 2020.

ARCE, Rodrigo Pulido; FOGGIATTO, José Aguiomar. **MODELAGEM DE ÓRTESES PARA FABRICAÇÃO POR MANUFATURA ADITIVA**. 9º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. Joinville, Santa Catarina, Brasil, 2017 ABCM.

MARQUES, Larissa Raquel Ferro; PASCHOARELLI, Luis Carlos. **A experiência do usuário em produtos de tecnologia assistiva: Investigação entre colheres destinadas às pessoas com doença de Parkinson e tremor essencial**. Bauru, 2022.

CHIANG, ROY. GyroGear arrecada US\$ 4,3 milhões para sua luva médica que ajuda pessoas que vivem com tremores. Disponível em: https://www-mobihealthnews-com.translate.goog/news/asia/gyrogear-raises-43m-its-medical-glove-which-aids-people-living-tremors?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pt=sc. Acesso em: 25 de março de 2021

CAPUCHO, Wesley; SILVEIRA, Tiago Magalhães; PEREIRA, Rafael Alves; RIBEIRO, Rosinei Batista. **A aplicação da Manufatura Aditiva na Medicina 4.0 para a produção de próteses Biomecânicas**. XVI simpósio dos programas de mestrado profissional unidade de pós-graduação, extensão e pesquisa, 24 e 25 de novembro de 2021

BORGES, Carolina Araújo. **Impressão 3D para órteses, próteses e materiais especiais: cenário da produção e uso potencial de conhecimento no Brasil**. Rio de Janeiro - Brasil 2021

REIS, Wolfgang Ribeiro. **Desenvolvimento de uma órtese personalizada de baixo custo para portador de câimbra do escrivão fabricada por Manufatura Aditiva**

RIVERA, Andrea Del Pilar Fabra. **Aplicação das tecnologias CAD/CAE de Manufatura Aditiva (MA) na Avaliação de um sistema de retenção**. Belo Horizonte 2020



CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

NASCIMENTO, Beatriz Paredes do; SOARES Graciliano Gomes; ARAÚJO, Júlia Estefany; SILVA, Suely Marilene da; SILVA Erick Viana da. **Produção de próteses para membros superiores a partir de manufatura aditiva: O caso priting for life.** IJM-PDVG, Recife, v.2, n.2, Set-2022

CAMARGO, Fernanda Pereira; CORRÊA, Carlos E. **Desenvolvimento de palmilha polimérica em manufatura aditiva para pessoas com hiperidrose plantar** . Docente orientador do curso de Tecnologia em Polímeros - Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – Fatec Sorocaba, Sorocaba – SP

BASTOS, Renato de Angeli; TOREZANI, Sival Roque. **Encarte GTmax3D Core A2V2.** Ministério da Educação, Instituto Federal do Espírito Santo, Sistema integrado de patrimônio, administração e contratos. Folhas de Assinaturas – Anexo N°33/2022-REI-CLC (11.02.37.11.04.06).