



Centro Universitário de Brasília – CEUB
Faculdade de Ciências da Educação e Saúde

PEDRO HENRIQUE MARTINS DE MELO

**IMPRESSÃO 3D DE UMA ÓRTESE PARA
MEMBRO TORÁCICO DIREITO DE UM CÃO DE
RAÇA TOY**

Brasília

2022

PEDRO HENRIQUE MARTINS DE MELO

**IMPRESSÃO 3D DE UMA ÓRTESE PARA
MEMBRO TORÁCICO DIREITO DE UM CÃO DE
RAÇA TOY**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Ciências da Educação e Saúde para
obtenção do grau bacharel em
Medicina Veterinária

Orientação: Prof. Me. Bruno
Alvarenga dos Santos.

Brasília

2022

PEDRO HENRIQUE MARTINS DE MELO

**IMPRESSÃO 3D DE UMA ÓRTESE PARA
MEMBRO TORÁCICO DIREITO DE UM CÃO DE
RAÇA TOY**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Ciências da Educação e Saúde para
obtenção do grau bacharel em
Medicina Veterinária

Brasília, 22 de junho de 2022.

Banca examinadora

Prof. Me. Bruno Alvarenga dos Santos

Orientador

Prof. Dr. Carlos Alberto da Cruz Júnior

Prof. Me. Cristiano Rosa de Moura

IMPRESSÃO 3D DE UMA ÓRTESE PARA MEMBRO TORÁCICO DIREITO DE UM CÃO DE RAÇA TOY

3D PRINTING OF AN ORTHOSIS FOR RIGHT THORACIC LIMBS OF A TOY BREED DOG

IMPRESIÓN 3D DE UNA ORTESIS PARA MIEMBROS TORÁCICOS DERECHOS DE UN PERRO DE RAZA MINI

Pedro Henrique Martins de Melo¹

¹Graduando de medicina veterinária - Centro Universitário de Brasília (CEUB).

RESUMO

As órteses são dispositivos aplicados sobre uma região do corpo e possuem a finalidade de apoiar, alinhar, posicionar, prevenir ou corrigir alterações. O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver uma órtese barata e personalizada para o membro torácico direito de um cão de raça toy a partir da impressão 3D. Para isso, foi utilizado um canino da raça yorkshire terrier no qual realizou-se uma contenção física para mensurar as medidas e tirar fotos do seu membro torácico direito. Logo após, foi realizado um processo de renderização virtual através de um algoritmo conhecido como PIFuHD, para gerar um molde 3D do membro e em cima dele foi realizado a modelagem dos protótipos que se estendiam da região proximal dos ossos rádio e ulna até o coxim. A órtese foi impressa por um filamento composto por ABS, revestida internamente com papel EVA e externamente com adesivos de borracha antiderrapante. Ademais, fitas de velcro foram colocadas nas alças e todos esses acessórios foram grudados com cola instantânea. Depois da realização desses acabamentos a órtese foi colocada no animal, para que se aplicasse o teste de adaptação do cão ao dispositivo. Inicialmente o animal se movimentava de forma mais descoordenada, mas não apresentava nenhum sinal de desconforto. Depois de cinco minutos com a órtese, o animal já havia se acostumado com o dispositivo e se movimentava de forma natural, além de se deitar e sentar normalmente e ao final do teste não apresentar nenhuma irritação em sua pele. Considera-se que foi possível desenvolver uma órtese personalizada, barata e confortável para um cão de raça toy.

Palavras-Chave: Prototipagem rápida. Dispositivos Médicos. Manufatura Aditiva. Pequenos Animais.

ABSTRACT

Orthoses are devices applied to a region of the body and are intended to support, align, position, prevent or correct changes. The objective of this research was to develop an inexpensive and customized orthosis for the right forelimb of a toy breed dog from 3D printing. For this, a yorkshire terrier canine was used in which a physical restraint was performed to measure the measurements and take pictures of its right

forelimb. Soon after, a virtual rendering process was carried out through an algorithm known as PIFuHD, to generate a 3D mold of the limb and on top of it, the modeling of the prototypes that extended from the proximal region of the radius and ulna bones to the cushion. The orthosis was printed by a filament composed of ABS, coated internally with EVA paper and externally with non-slip rubber adhesives. In addition, Velcro tapes were placed on the handles and all these accessories were glued with instant glue. After the completion of these finishes, the orthosis was placed on the animal, so that the dog's adaptation test to the device could be applied. Initially, the animal moved in a more uncoordinated way, but showed no sign of discomfort. After five minutes with the orthosis, the animal had already gotten used to the device and moved naturally, in addition to lying down and sitting normally and at the end of the test it did not present any irritation on its skin. It is considered that it was possible to develop a customized, inexpensive and comfortable orthosis for a toy breed dog.

Keywords: Rapid prototyping. Medical Devices. Additive Manufacturing. Little animals.

RESUMEN

Las órtesis son dispositivos aplicados a una región del cuerpo y están destinados a soportar, alinear, posicionar, prevenir o corregir cambios. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una órtesis económica y personalizada para la extremidad anterior derecha de un perro de raza miniatura a partir de la impresión 3D. Para ello se utilizó un canino yorkshire terrier al que se le realizó una sujeción física para medir las medidas y tomar fotografías de su miembro anterior derecho. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de renderizado virtual a través de un algoritmo conocido como PIFuHD, para generar un molde 3D de la extremidad y sobre este, el modelado de los prototipos que se extendían desde la región proximal de los huesos del radio y cúbito hasta la almohadón. La ortesis fue impresa por un filamento compuesto de ABS, recubierto internamente con papel EVA y externamente con adhesivos de goma antideslizante. Además, se colocaron cintas de velcro en las asas y todos estos accesorios se pegaron con cola instantánea. Tras la realización de estos acabados, se colocó la órtesis al animal, para que se pudiera aplicar la prueba de adaptación del perro al dispositivo. Inicialmente, el animal se movía de forma más descoordinada, pero no mostraba signos de incomodidad. Después de cinco minutos con la órtesis, el animal ya se había acostumbrado al dispositivo y se movía con naturalidad, además de acostarse y sentarse con normalidad y al finalizar la prueba no presentaba ninguna irritación en su piel. Se considera que fue posible desarrollar una órtesis personalizada, económica y cómoda para un perro de raza miniatura.

Palabras clave: Prototipado rápido. Dispositivos médicos. Fabricación aditiva. Pequeños animales.

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual, os pequenos animais apresentam um crescimento populacional e, por consequência, estão cada vez mais inseridos na estrutura familiar, o que demonstra a sua importância para a sociedade. Com isso em vista,

os tutores se preocupam cada vez mais com os seus pets e a busca por produtos que proporcionem maior bem-estar aumentou de forma expressiva (ALVES & STEYER, 2019; DAL CORSO, 2019; REGO, 2019).

As órteses são dispositivos médicos aplicados sobre uma região do corpo. Esses equipamentos têm a finalidade de apoiar, alinhar, posicionar, prevenir ou corrigir alterações e não são muito utilizadas na veterinária por serem bastante onerosas aos tutores. Antigamente, estes instrumentos eram confeccionados manualmente pelos médicos veterinários, que utilizavam materiais como tubos de PVC, hastes de alumínio e fibras de vidro/gesso. Nos últimos anos, a utilização das impressoras 3D na saúde aumentou e essa tecnologia pode ser aplicada em diversos segmentos da área (MICH & KAUFMANN, 2018; YILGÖR HURI & OTO, 2022).

Na medicina veterinária a impressão 3D pode ser utilizada para produzir biomodelos, implantes complexos e guias cirúrgicos. A tomografia computadorizada é uma excelente fonte de dados anatômicos e através deste exame é possível encontrar a alteração do paciente e converter esses dados em um arquivo 3D o qual pode ser impresso e utilizado para auxiliar no planejamento terapêutico (ANDRZEJEWSKA, 2019; BAUMFELD *et al.*, 2021; BERTTI *et al.*, 2020; HALEEM *et al.*, 2019; HESPEL *et al.*, 2014; NISHIMURA, 2018; REIS *et al.*, 2017).

Além disso, essa tecnologia também pode ser utilizada para desenvolver próteses, as quais possuem função de substituir parte um membro, e as órteses. Para criar esses equipamentos pode ser necessário a realização da medição e de processos como a fotogrametria, o escaneamento ou a renderização virtual dos membros afetados para que haja uma melhor adequação do paciente ao protótipo (ALMEIDA, 2021; DAL CORSO, 2019; DUARTE *et al.*, 2021; GARRIDO, 2019; HALEEM *et al.*, 2019; HESPEL *et al.*, 2014; JIMENEZ *et al.*, 2018; QUINN-GOHRAM & KHAN, 2016; SAITÓ *et al.*, 2020; TANNÚS *et al.*, 2019).

As impressoras 3D possibilitam o desenvolvimento das órteses em um menor período de tempo, com maior capacidade de personalização, materiais mais adequados e podem reduzir o seu preço final, o que as tornam uma grande opção no mercado. Entretanto, é importante ressaltar que para sua utilização pode ser necessária a integração de diferentes áreas como, a medicina veterinária e a engenharia (DAL CORSO, 2019).

Em função destes benefícios, e para auxiliar na disseminação e evolução dessa tecnologia dentro da medicina veterinária, o objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma órtese de baixo custo e personalizada para o membro torácico direito de um cão de raça toy com o uso da impressão 3D.

2 METODOLOGIA

2.1 ANIMAL

Para realização dessa pesquisa foi utilizado um cão, macho, da raça yorkshire terrier, com 9 anos e 3 quilos. É importante ressaltar que o animal selecionado não tinha nenhuma alteração que acometia o seu membro torácico direito e só foi utilizado como modelo para o desenvolvimento do produto, pois tinha um temperamento dócil.

2.2 MENSURAÇÃO DE MEDIDAS E FOTOGRAFIAS

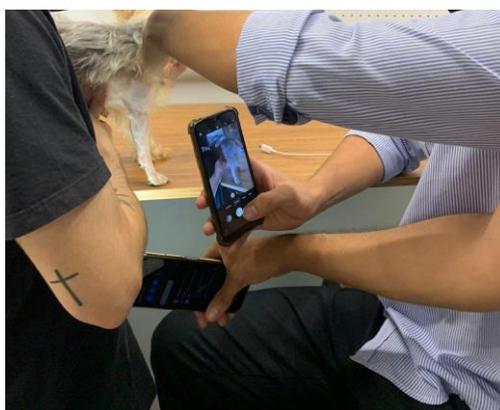
Para mensurar as medidas (tabela 1) e tirar fotos do membro torácico direito do cão não foi necessário realizar nenhum procedimento anestésico e empregou-se apenas uma contenção física leve (figura 1). As medidas foram mensuradas pela vista lateral e seguiu anatomicamente o membro torácico direito por meio da utilização de uma fita que tinha como pontos de referência os acidentes ósseos como a espinha da escápula, o acrômio, tubérculo maior, epicôndilo lateral, olécrano, extremidade distal da ulna além do acessório do carpo, o ulnar do carpo e as falanges.

Tabela 1: Medidas corporais necessárias para confecção da órtese.

Medidas necessárias	cm
Membro completo	14 cm
Região proximal do rádio e ulna até o coxim	8 cm
Diâmetro região proximal do rádio e ulna	8 cm
Diâmetro região distal do rádio e ulna	6 cm
Largura da pata dianteira	3 cm

Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

Figura 1: Imobilização para tirar as fotos e as medidas do membro torácico direito.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

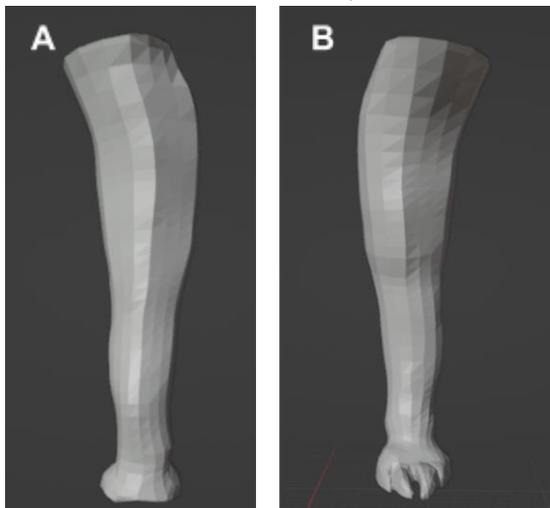
2.3 RENDERIZAÇÃO DO MEMBRO E MODELAGEM DA ÓRTESE

Após esses procedimentos foi realizado um processo de renderização virtual através de um algoritmo conhecido como PIFuHD, o qual foi desenvolvido na linguagem de programação Python™.

A partir da adaptação deste algoritmo, foi possível mapear os pixels das fotos membro torácico direito do animal. Após a realização do upload das imagens, o Python™ por meio do auxílio de bibliotecas abertas como a Pytorch e a PIL transformou os pixels em um arquivo de texto.

Por meio desse arquivo, o PiFuHD adaptado foi executado para gerar o molde 3D. Entretanto, é importante ressaltar que foi necessária a realização de alguns refinamentos para melhorar o molde, que foi exportado para um software conhecido como Blender™ onde foram inseridas essas medidas.

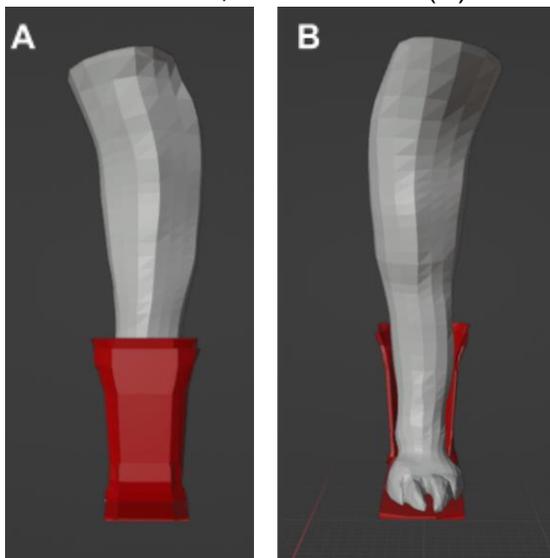
Figura 2: Molde 3D do membro torácico direito, visão caudal (A) e visão cranial (B).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Em cima desse molde do membro torácico do animal foi realizada a modelagem dos protótipos a qual baseou-se na realização do desenho de uma estrutura que se estendia da região proximal dos ossos rádio e ulna até o coxim (figura 3).

Figura 3: Modelagem inicial da órtese, visão caudal (A) e visão cranial (B).

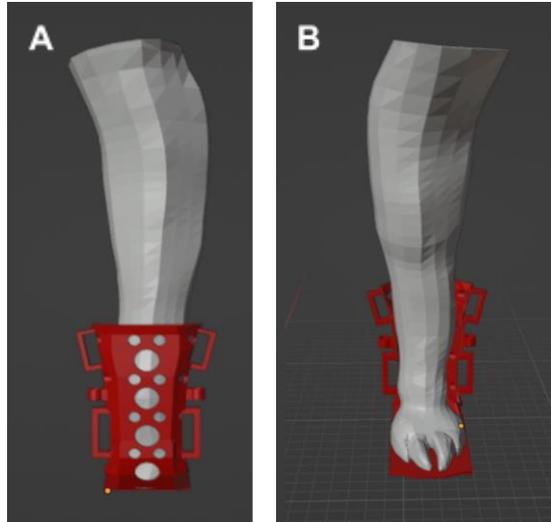


Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Para se chegar a um produto final apto ao animal foram modelados dois protótipos iniciais desse dispositivo, os quais foram avaliados se o tamanho estava adequado e se a modelagem estava respeitando a anatomia da pata do cão. Ademais, analisou-se também a espessura desses protótipos a fim de garantir que este produto seja resistente o suficiente para não quebrar. Posteriormente aos testes

dos protótipos e adaptação deste dispositivo para o membro do animal, foram realizadas mudanças em seu design por meio da realização de furos e pela adição de alças para obter-se a peça final (figura 4).

Figura 4: Design final da órtese, visão caudal (A) e visão cranial (B).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Para o desenvolvimento dessas etapas de renderização do membro e modelagem da órtese foi necessário realizar uma parceria com os alunos da engenharia elétrica e da computação.

2.4 IMPRESSÃO 3D

Foi impressa uma órtese a partir da impressora 3D Core H4 da Gtmax3D, que utilizou uma temperatura de 200°C na extrusora e 90°C na mesa. Além disso, a impressora gerou os protótipos por meio da técnica conhecida como modelagem por fusão e deposição em camadas de um filamento (Figura 5).

Figura 5: Impressora 3D core H4 da Gtmax3D



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Este filamento era composto pelo acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Logo após a sua impressão, esse dispositivo foi revestido internamente com papel EVA. Além disso, colocou-se adesivos de borracha antiderrapante na parte externa de sua base. Ademais, fitas de velcro foram colocadas nas alças desse equipamento e todos esses acessórios foram colados com cola instantânea (Figura 6).

Figura 6: Materiais utilizados para o acabamento da órtese. Filamento de ABS (A), papel EVA (B), borracha antiderrapante (C), tira de velcro (D) e cola instantânea (E).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

2.5 AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DO ANIMAL A ÓRTESE

Para realizar esta avaliação o animal foi equipado com a órtese e solto em um espaço pequeno. Este processo iniciou-se através de um período teste de 15 minutos onde foram observados a movimentação do animal e se o mesmo deitava e levantava normalmente. Além disso, sinais de desconforto como a vocalização, agressividade e tentativas de retirar, morder e/ou lambe o equipamento também foram levados em consideração. Ademais, também foi analisado se a utilização deste dispositivo ocasionou irritações na pele do cão.

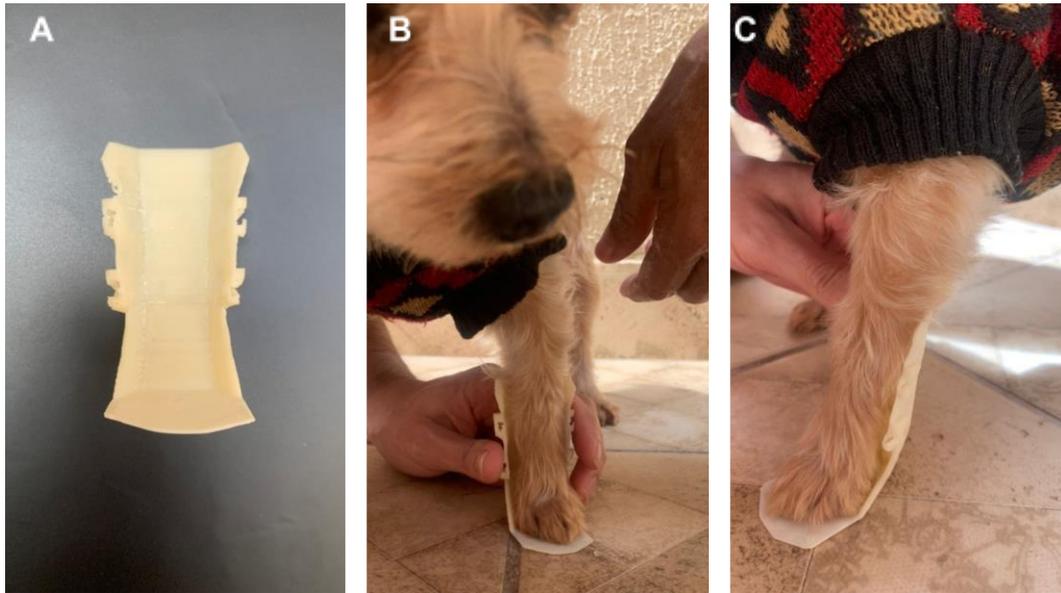
2.6 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS DA PESQUISA

O desenvolvimento dessa pesquisa foi autorizado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro Universitário de Brasília (CEUA - CEUB) sob o protocolo 006/2022 (Anexo A).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro protótipo da órtese, observou-se que este dispositivo estava muito pequeno para o animal, mas respeitava a anatomia do seu membro torácico direito. Além disso, este modelo inicial apresentava uma espessura muito fina (Figura 8), o que indicou a necessidade de algumas mudanças em sua modelagem, pois estudos apontam que quanto menos densa é a peça, menos resistente ela será (FORESTI, 2020).

Figura 8: Primeiro protótipo da órtese (A) e teste no animal (B e C).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

No segundo protótipo deste dispositivo foram realizadas as alterações em seu desenho, como o aumento de seu tamanho e sua espessura. Logo após isso, a peça foi impressa para realização de novos testes e observou-se que a modelagem que respeitava a anatomia do membro do animal foi perdida por estar com uma dimensão maior. Entretanto, a sua espessura já estava mais grossa (Figura 9) o que deixou o dispositivo mais resistente, mas um pouco mais pesado. Tais fatores foram ao encontro da literatura encontrada, a qual relata que quanto mais densa é a peça, mais pesada e resistente ela fica, o que implicou em novas recomendações para o desenvolvimento do design final da órtese (LOPES, 2021; MASALSKAS, 2018).

Figura 9: Segundo protótipo da órtese (A) e teste no animal (B e C).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Após a realização de todos os testes, foi desenhado o modelo final da órtese. Para isso, foram feitos ajustes em relação ao tamanho e modelagem a fim de deixar

esse dispositivo mais adequado anatomicamente. Além disso, foram desenvolvidos furos com a finalidade de deixar o equipamento mais leve e com uma melhor ventilação. Também foram criadas alças para colocar fitas de velcro, as quais prenderam a órtese no membro do paciente.

Depois de avaliar que a órtese estava adequada ao cão, foi realizado o seu acabamento. Internamente este dispositivo foi revestido com duas camadas de papel EVA para que o animal se sentisse mais confortável. Ademais, em sua base foi colocado um adesivo de borracha antiderrapante, para evitar que o cão escorregasse ao utilizar a peça.

Essas alterações para o protótipo final da órtese foram realizadas com base em outras pesquisas, as quais citaram que essas mudanças em sua modelagem e a realização desses acabamentos após a sua impressão, atribuíam esses diversos benefícios os quais melhoram a ventilação, o conforto e a funcionalidade como também diminui o peso do dispositivo (BONIARDI & MARZORATI, 2020; CASAGRANDA, 2018; DIAZ, 2019; FERRARI, 2019; GRAMDIN & PAIVA, 2018; HENSEN, 2019; LAGE *et al.*, 2016; MARTINS, 2018).

Figura 10: Protótipo final da órtese (A) e teste no animal (B e C).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Posteriormente a realização destes procedimentos, a órtese foi colocada no animal o qual foi solto em um local com espaço pequeno para prosseguir com a aplicação do teste de adaptação durante 15 minutos. Observou-se que inicialmente o cão se movimentava de forma mais descoordenada, mas não apresentava nenhum sinal de desconforto, o que implicou na continuação do teste. Após cinco minutos com a órtese, o animal já havia se acostumado com o dispositivo e se movimentava de forma natural, além de se deitar e sentar normalmente (Figura 11). Ao final do teste o cão não apresentou nenhuma irritação em sua pele.

Isso foi ao encontro do relatado em estudos, os quais dizem que as órteses devem ser funcionais, mas não devem impedir movimentos como o de sentar e deitar. Além disso, também não devem ocasionar sintomas de desconforto aos

animais e irritação em sua pele (ADAMSON *et al.*, 2005; MARCELLIN-LITTLE *et al.*, 2015; MICH & KAUFMANN, 2018).

Figura 11: Cão sentado (A) e deitado (B) com a órtese.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

A órtese foi impressa com o ABS, pois ele é superior em relação a sua durabilidade, resistência e leveza quando comparado ao ácido polilático (BESKO *et al.*, 2017). Esse material geralmente é vendido em filamentos de 1 quilo e custam em média R\$ 90,30. A impressão do protótipo final desse dispositivo durou 3 horas e gastou 0,75 quilowatts, além de utilizar 10,14 gramas do filamento, o que gerou um custo de R\$ 1,38 (Tabela 2) para imprimir a órtese.

Tabela 2: Custo para imprimir a órtese.

Quantidade	Custo
Material: 10.14 gramas	R\$ 0,83
Energia: 0,75 quilowatts	R\$ 0,55
Custo total	R\$ 1,38

Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

Além disso, o gasto total da compra dos materiais como a cola instantânea, as fitas de velcro, o papel EVA e a borracha antiderrapante que foram utilizados para realização do acabamento da peça foi de R\$ 14,88 (Tabela 3).

Tabela 3: Custos para realização do acabamento da órtese.

Materiais	Custo
Cola instantânea	R\$ 4,33

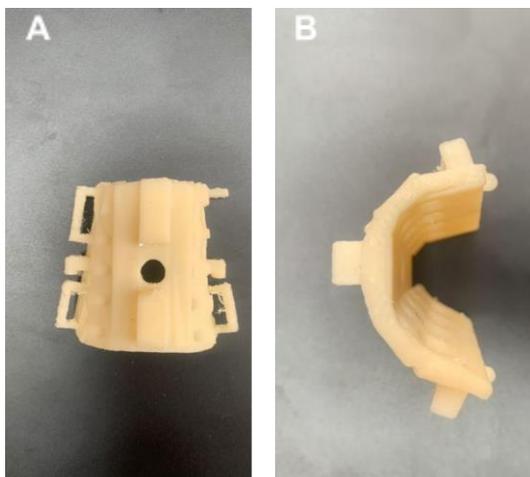
Papel EVA	R\$ 1,75
Fitas de velcro	R\$ 6,00
Borracha antideslizante	R\$ 2,80
Custo total	R\$ 14,88

Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

O preço final total para confecção desse dispositivo foi R\$ 16,26 o que pode reduzir consideravelmente o seu preço de venda quando comparado aos dispositivos presentes no mercado. Foi realizada uma pesquisa de algumas empresas internacionais e nacionais que comercializam órteses para membros torácicos similares. Ao converter os preços desses dispositivos encontrados no exterior observou-se um valor médio de R\$ 333,87 e no mercado interno esses equipamentos custam em média R\$ 196,33. De acordo com alguns estudos, a impressão 3D pode diminuir o valor das órteses fabricadas com essa tecnologia e tornar este produto mais acessível para todos (GARRIDO, 2020; MICH & KAUFMANN, 2018).

Algumas dificuldades foram encontradas ao longo da realização desse experimento, como o acerto da temperatura para impressão do dispositivo. Além disso, a proposta inicial era desenvolver uma órtese com duas peças destacáveis entre si, uma cranial e outra caudal. O desenvolvimento da parte cranial não obteve sucesso devido a erros ocorridos no processo de impressão, a qual entregava a peça sem as alças e as plataformas de encaixe, além de apresentar uma modelagem inadequada ao membro do animal. Ademais, essa parte era menos resistente e se quebrava com grande facilidade (Figura 12), apesar de todos os procedimentos que foram feitos na parte caudal também serem realizados na cranial. Isso pode ter ocorrido porque o ABS é um material mais complexo de se imprimir e pode se deformar durante ou após esse procedimento (BESKO *et al.*, 2017).

Figura 12: Tentativa de impressão da parte cranial. Alça quebrada (A) e modelagem incorreta (B).



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que foi possível desenvolver uma órtese personalizada e barata para um cão de raça toy a partir da tecnologia de impressão 3D. Além disso, o animal não apresentou qualquer sintoma de desconforto e se adaptou rapidamente ao dispositivo, então sugere-se que este instrumento é confortável. Por outro lado, para avaliar a sua funcionalidade é necessária a utilização de um animal que possua alguma alteração no membro torácico, portanto não foi possível determinar este quesito.

Agradecimentos

A Deus por ter me guiado até aqui, me concedendo saúde e sabedoria.

Aos meus pais, por todo o amor e esforço que tiveram para que eu conquistasse a minha graduação.

Aos meus amigos e namorada pelo apoio e conselhos.

Aos meus colegas de Engenharia e ao meu orientador que possibilitaram a realização deste projeto.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento profissional.

5 REFERÊNCIAS

ADAMSON, Caroline; LEVINE, David; MILLIS, Darryl L.; MARCELLIN-LITTLE, Denis J.; KAUFMANN, Martin. Assistive devices, orthotics, and prosthetics. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 35, n. 6, p. 1441–1451, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16260321/>. Acesso em: 01 mar. de 2022

ALMEIDA, Bruno da Silva. **Protótipo de órtese para tratamento de deformidades cranianas não sinostóticas produzidas através da fotogrametria e impressão 3d**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Projeto de pesquisa) - Universidade Federal de São Paulo. 2021. Disponível em: https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/61726/TCC%20Bruno%20Capacete_vF.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 17 mai. de 2022.

ALVES, Luiza; STEYER, Simone. Interação Humano-Animal : O Apego Interespécie. **Perspectivas em Psicologia**, v. 23, n. 2, p. 124–142, 2019. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/perspectivasempsicologia/article/view/52223>. Acesso em: 28 jun. 2021.

ANDRZEJEWSKA, Angela. Biomechanical properties of 3D-printed bone models. **Biosystems**, v. 176, p. 52–55, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2019.01.001>. Acesso em: 22 fev. de 2022

BAUMFELD, Tiago; REZENDE, Ricardo Fernandes; ARAÚJO, Luiza Helena Oliveira e; ANDRADE, Marco Antonio Percoppe De; BAUMFELD, Daniel; HUEBNER, Rudolf. Planejamento pré-operatório de correção de deformidades supramaleolares através de impressão 3D. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 54, n. 3, p. 1–7, 2021. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.rmrp.2021.172832. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/17283>. Acesso em: 19 mai. de 2022

BERTTI, João Vinicius Pacheco; SILVEIRA, Erick Eduardo; ASSIS NETO, Antonio. Reconstrução e impressão 3D do neurocrânio de cão com o uso de tomografia computadorizada como ferramenta para auxiliar no ensino da anatomia veterinária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1653-1658, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/wpBQnt8PbwMdbkTMdD8RXhm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. de 2022.

BESKO, Marcos; BILYK, Claudio B.; SIEBEN, Priscila Gritten. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. **Revista Gestão Tecnologia & Inovação**, v.1, n. 3, p. 10, 2017. Disponível em: <http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf>. Acesso em: 28 mar. de 2022

BONIARDI, Jacopo; MARZORATI, Stefano. **Developing an inertial-based system for the kinematic analysis of dog whit orthosis**. 2020. 109 p. Trabalho de conclusão de curso - Politecnico di Milano, 2020. Disponível em: <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/174214>. Acesso em: 3 mai. de 2022.

CASAGRANDA, Kelin Luana. 2018. **Design colaborativo e o processo de desenvolvimento de dispositivos para reabilitação do membro superior**.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/180623/001070442.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 jun. de 2022.

DAL CORSO, Marcelo dos Santos. **Desenvolvimento de prótese para membro anterior de um canino por meio de impressão 3D**. 2019. 69 p. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Exatas e Engenharia) - Universidade de Caxias do Sul. 2019. Disponível em:

<https://repositorio.uces.br/xmlui/bitstream/handle/11338/5743/TCC%20Marcelo%20dos%20Santos%20Dal%20Curso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 fev. de 2022.

DIAZ, Vincent Edward Wong. 2019. **Desenvolvimento de uma órtese personalizada para subluxação de ombro por manufatura aditiva a partir de escaneamento corporal**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. 2019. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/191353/diaz_vew_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 08 jun. de 2022.

DUARTE, Marcelo Mota de Souza; ARAUJO, Maria Clara Emos de; LOUREDO, Lucas de Mota; ARRUDA, Jalsi Tacon. Aplicabilidades da técnica de fotogrametria no ensino de anatomia humana. **Research Society and Development**, v. 10 , n.11, p. 1-14. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19328/17270> . Acesso em: 25 jan. de 2022.

FERRARI, Ana Lya Moya. 2019. **Influência do design de órteses de punho e mão no desconforto, transmissão de torque e desempenho em tarefas manuais**.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181122>. Acesso em: 08 jun. de 2022.

GARRIDO, Alba Mesa. **Disseny i fabricació de fèrules per a gats amb impressió 3D**. 2020. Trabalho de conclusão de curso - Universitat Politècnica de Catalunya. 2020. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/330240>. Acesso em: 09 jan. de 2022.

GRAMDIM, Luma Carolina Câmara; PAIVA, Gisele. Modelos de órteses para membros superiores: uma revisão de literatura. **Cad. Bras. Ter. Ocup.** v. 26, n. 2, p. 479-488. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/cadbto/a/vkj8kYFmhDjCrv7Yzrx5pCx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. de 2022.

HALEEM, Abid.; JAVAID, Mohd.; SUMAN, Rajiv. 3D printing applications for veterinary field. **Indian J. Anim. Health**, v. 58, n. 2, p. 171-173, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338402998_3D_Printing_applications_in_veterinary_field. Acesso em: 28 jan. de 2022.

HENSEN, Jéssica Cristina Dias dos Santos Forte. 2019. **Desenvolvimento de um procedimento para a fabricação de órteses não articuladas de tornozelo e pé por manufatura aditiva**. 2019. Disponível em:

http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4305/1/CT_PPGEM_M_Hensen%2c%

20J%20Cristina%20Dias%20dos%20Santos%20Forte_2019.pdf.
Acesso em: 08 jun. de 2022.

HESPEL, Adrien Maxence; WILHITE, Ray; HUDSON, Judith. Invited review - applications for 3D printers in veterinary medicine. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 55, n. 4, p. 347-358, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24889058/>. Acesso em: 10 jan. de 2022.

JIMENEZ, Francis marcel; RIVERA, Andrea Del Pilar; MARTINS, Fayson Marques; RUBIO, Juan Carlos; REIS, Paulo Henrique. Fabricação de prótese personalizada para um cão utilizando a tecnologia de manufatura aditiva FDM. **VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2018**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/130396419-Fabricacao-de-protese-personalizada-para-um-cao-utilizando-a-tecnologia-de-manufatura-aditiva-fdm.html>. Acesso em: 02 fev. de 2022.

LAGE, Maira. Desenvolvimento de uma metodologia de fabricação de próteses e órteses para cães. **CBEB**, v. XXV, p. 3–4, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330015456>. Acesso em: 3 abr. 2022.

LOPES, Jackson Fernandes. 2021. **Projeto de uma órtese para pessoas com distonia focal nas mãos**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Grande Dourados. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/4829/1/JacksonFernandesLopes.pdf>. Acesso em: 08 de jun. de 2022.

MARCELLIN-LITTLE, Denis J.; DRUM, Marti G.; LEVINE, David; MCDONALD, Susan S. Orthoses and Exoprostheses for Companion Animals. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 45, n. 1, p. 167–183, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561614001417>. Acesso em: 4 abr. 2022.

MARTINS, Hygor Vinícius Pereira. 2018. **Tecnologia assistiva: órtese funcional para pacientes de lesão de plexo braquial e retomada de atividades de vida diárias**. 2018. <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/5415/1/TRABALHO%20DE%20CONCLUS%20DE%20CURSO.pdf>. Acesso em: 08 jun. de 2022

MASALSKAS, Ellen Cristina. 2018. **Evolução da órtese anel em oito articulado (AOA)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-03052019-173951/publico/Dissert_Masalskas_EllenC_corrigida.pdf. Acesso em: 08 jun. de 2022

MICH, Patrice M.; KAUFMANN, Martin. Veterinary orthotics and prosthetics. *In*: ZINK, Chris; DYKE, Janet B. Van. **Canine sports medicine and rehabilitation**. 2ª. ed. New Jersey: Wiley Blackwell, 2018. p. 265-293.

NISHIMURA, Paula Lumi Goulart. **Diretrizes para o design de dispositivo para animais com problemas de locomoção com uso da prototipagem rápida**. 2018. 127 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154153/nishimura_plg_me_bauru

.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 01 fev. de 2022.

QUINN-GORHAM, Deidre; KHAN, Mohammed. Javed. Thinking outside of the box: the potential of 3D printing in veterinary medicine. **J Vet Sci Technol**, v. 7, n. 360, p. 2, 2016. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/308601635_Thinking_Outside_of_the_Box_The_Potential_of_3D_Printing_in_Veterinary_Medicine. Acesso em: 15 jan. de 2022.

REGO, Isabel. **Concepção de equipamento para apoio a animais com limitações motoras**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa. 2019. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/20128>. Acesso em: 3 abr. 2022.

REIS, Daniela De Alcântara Leite Dos; GOUVEIA, Beatriz Laura Rojas; ALCÂNTRA, Brenda Mendonça de; SARAGIOTTO, Brunna Pereira; BAUMEL, Érica Esther Domanski; FERREIRA, Janaina Santos; JÚNIOR, José Carlos Rosa; OLIVEIRA, Francileusa Delys de; SANTONS, Paulo Ramos da Silva; NETO, Antônio Chaves de Assis. Biomodelos Ósseos Produzidos por Intermédio da Impressão 3D: Uma Alternativa Metodológica no Ensino da Anatomia Veterinária. **Revista de Graduação USP**, v. 2, n. 3, p. 47, 2017. Disponível em: 10.11606/issn.2525-376x.v2i3p47-53. Acesso em: 30 abr. de 2022.

SAITÓ, Shunsuke; SIMON, Tomas; SARAGIH, Jason; JOO, Hanbyul. PIFuHD: Multi-Level Pixel-Aligned Implicit Function for High-Resolution 3D Human Digitization. **Proceedings of the IEEE/CVF**, p. 81–90. 2020. Disponível em: <https://shunsukesaito.github.io/PIFuHD/>. Acesso em: 5 jun. 2022.

TANNÚS, Júlia; FAVARETO, Isabela; LAMOUNIER JÚNIOR, Edgard Afonso; CARDOSO, Alexandre. Comparação entre Técnicas de Fotogrametria e Escaneamento de Luz Estruturada para Reconstrução de Objetos em 3D. **Anais Estendidos do XXI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada**, 2019. p. 21-22. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/svr_estendido/article/view/8458. Acesso em: 4 abr. 2022.

YILGÖR HURİ, Pınar; OTO, Çağdaş. Applications of 3D Printing in Veterinary Medicine. **Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, v. 69, n. 1, p. 111–117, 2021.. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/doi/10.33988/auvfd.871933>. Acesso em: 3 abr. 2022..

6 ANEXOS

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Uso de Animais do CEUB

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Impressão 3D de uma órtese para membro torácico direito de cães da raça toy", registrada com o nº TCC(A) 003/2022, sob a responsabilidade do prof. Bruno Alvarenga dos Santos - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DO UniCEUB (CEUA/UniCEUB), em reunião 22/04/2022 sob o protocolo nº: **006/2022**.

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	de 17 de maio de 2022 a 30 de julho de 2022.
Espécie/linhagem/raça	Canina, Yorkshire
Nº de animais	1
Peso/Idade	6 Kg, 8 anos
Sexo	Macho
Origem:	Tutor



Prof. Ranieri Rodrigues de Oliveira
Coordenador da CEUA/UniCEUB