



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

**BEATRIZ DOMINGUES BRESSAN LOPES GUIMARAES VIDAL**

**USO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA CONFECÇÃO DE PRÓTESE E  
CADEIRA DE RODAS PARA CÃO**

Brasília

2022

**BEATRIZ DOMINGUES BRESSAN LOPES GUIMARAES VIDAL**

**USO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA CONFECÇÃO DE PRÓTESE E  
CADEIRA DE RODAS PARA CÃO**

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

**BEATRIZ DOMINGUES BRESSAN LOPES GUIMARAES VIDAL**

**USO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA CONFECÇÃO DE PRÓTESE E  
CADEIRA DE RODAS PARA CÃO**

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

Brasília, 20 de junho de 2022.

**Banca examinadora**

---

Prof. Me. Bruno Alvarenga dos Santos

Orientador

---

Prof. Dr. Carlos Alberto da Cruz Junior

---

Prof. Dr. Ranieri Rodrigues de Oliveira

# USO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA CONFECÇÃO DE PRÓTESE E CADEIRA DE RODAS PARA CÃO

Beatriz Domingues Bressan Lopes Guimaraes Vidal

## Resumo

As técnicas de impressão 3D possuem diversas aplicações na medicina veterinária, principalmente na área de dispositivos ortopédicos de alta funcionalidade, baixo custo e rápida produção. Esta pesquisa teve o objetivo de desenvolver para um cão sem raça definida de pequeno porte, com histórico de amputação parcial dos braços, próteses para seus membros torácicos e uma cadeira de rodas com uso de uma impressora 3D. Para tal, o desenvolvimento deste trabalho foi realizado em seis etapas: a autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais Institucional (CEUA), obtenção das medidas corporais do paciente, modelagem dos dispositivos por meio dos softwares *Tinkercad®* e *Vectary®*, impressão com filamento PLA, pós-processamento e teste de aceitação do animal. A prótese de membro torácico fabricada não se mostrou fixa o suficiente no coto do animal de modo a sentir segurança, isto devido ao material utilizado e o nível de amputação do paciente. O trabalho atendeu às principais expectativas com o desenvolvimento de uma cadeira de rodas e duas próteses para o membro torácico canino, entretanto, não foi possível completar os testes de aceitação com a cadeira de rodas a fim de avaliar sua funcionalidade e estabilidade.

**Palavras-chaves:** Reabilitação Animal; Amputação; Tecnologia 3D.

## 1. Introdução

O ser humano encontra-se cada vez mais preocupado com o bem-estar de seus *pets*, e essa crescente valorização dos animais de companhia contribuiu para o avanço de tecnologias sofisticadas na área da medicina veterinária (DAL CORSO, 2019; LAGE *et al.*, 2018). A prototipagem rápida (PR) ou impressão 3D é uma tecnologia que consiste na impressão de objetos tridimensionais de variados tamanhos e formas. Essa tecnologia de fabricação foi desenvolvida no final da década de 80, com foco inicial na indústria bélica e automobilística, porém seu uso se expandiu ao passar dos anos atingindo a saúde animal (LACERDA *et al.*, 2020; SILVA & SANTOS, 2022).

As técnicas de impressão 3D possuem diversas aplicações na medicina veterinária, principalmente na área de dispositivos ortopédicos, como a obtenção de próteses de melhor funcionalidade, baixo custo e de rápida produção, permitindo maior liberdade na escolha de *design* e criação de formas mais complexas (SILVA & SANTOS, 2022; ARAUZ *et al.*, 2021; LEONARDI *et al.*, 2021). Também apresenta grande potencial na fabricação de cadeira de rodas para animais com problemas locomotores, proporcionando maior independência e qualidade de vida (NISHIMURA, 2018).

As próteses de membros são dispositivos fabricados especificamente para compensar a falta dos membros torácicos ou pélvicos devido a alguma deformidade, ou amputação, de modo a reabilitar esses animais para serem capazes de realizar suas atividades diárias normalmente.

Atualmente as próteses para membros são classificadas em duas categorias: endopróteses, as quais são osseointegráveis e colocadas por cirurgia, e as exopróteses, utilizadas apenas como suporte externo (BACHMAN *et al.*, 2017; ARAUZ *et al.*, 2021).

Alguns animais aparentam ter boa adaptação sobre três membros, porém novos estudos ressaltam que a falta de um membro acarreta complicações a longo prazo, como o desenvolvimento de doenças ortopédicas devido às mudanças significativas na marcha do paciente após amputação (TEIXEIRA, 2021; LAGE *et al.*, 2018). Bem como, também foi relatado que animais amputados apresentam mudanças no movimento da coluna, podendo gerar impactos devido ao aumento da demanda de controle muscular e força do tronco (MITCH & KAUFMANN, 2018; JARVIS *et al.*, 2013).

Outro dispositivo recomendado para animais com deficiências locomotoras por consequência de fatores traumáticos, fisiológicos ou genéticos cita-se a cadeira de rodas. Seu uso está cada vez mais difuso na medicina veterinária, entretanto, as versões disponíveis no mercado apresentam altos custos, ou são fabricadas de maneira improvisada e não personalizada, sendo preocupante, pois estes dispositivos podem apresentar baixo desempenho e causar lesões por não serem corretamente adaptados (GOLDBERG e TOMLINSON, 2017; FOWLER, 2007).

Um dos fatores significativos que limitam o acesso dos tutores a próteses e cadeiras de rodas é o alto custo de produção das peças por meio dos métodos convencionais de fabricação, dificultando a procura. A tecnologia de impressão 3D surge como uma alternativa nova e promissora que pretende contornar essas dificuldades, sendo uma opção de fabricação mais rápida e barata (DAL CORSO 2019; TEIXEIRA, 2021; LACERDA *et al.*, 2020; LAGE *et al.*, 2016; NISHIMURA, 2018).

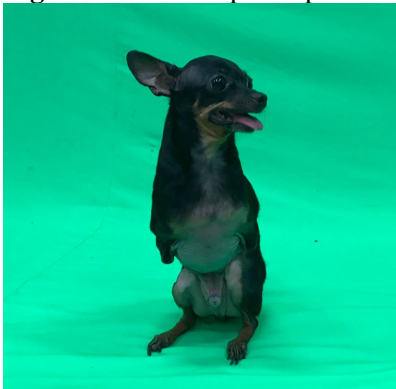
Este trabalho teve como objetivo desenvolver para um cão sem raça definida de pequeno porte, com histórico de amputação parcial dos braços, próteses para seus membros torácicos e uma cadeira de rodas, com uso de uma impressora 3D de modo a fornecer conforto e maior qualidade de vida ao paciente, assim como incentivar futuros estudos nessa área.

## 2. Metodologia

### 2.1. Sobre o paciente

Os dois produtos foram fabricados e personalizados para o mesmo paciente, um canino doméstico de 8 anos, 2 kg, sem raça definida e com histórico de amputação bilateral dos membros torácicos, na porção distal do úmero, realizada há 7 anos. (Figura 1).

**Figura 1** - Animal participante da pesquisa.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

## 2.2. Parceria com Faculdade de Engenharia

O projeto foi desenvolvido no Centro Universitário de Brasília (CEUB) pelo curso de Medicina Veterinária em parceria com a Faculdade De Engenharia, com destaque nas etapas de modelagem e impressão.

## 2.3. Obtenção de medidas corporais do paciente

Para obtenção das medidas ocorreu a manipulação do animal, realizada com facilidade devido ao seu temperamento dócil. Para a obtenção do formato do membro residual (coto) para modelagem da prótese e da cadeira de rodas foi feito uso de uma fita métrica (Figura 2). As medidas corporais necessárias para modelagem da prótese foram do coto ao chão, diâmetro do coto e comprimento do coto, enquanto isto para cadeira de rodas foram distância entre os dois cotos, coto ao solo, coto até o membro pélvico e circunferência do coto.

**Figura 2** - Realização das medidas no paciente com o uso de uma fita métrica.

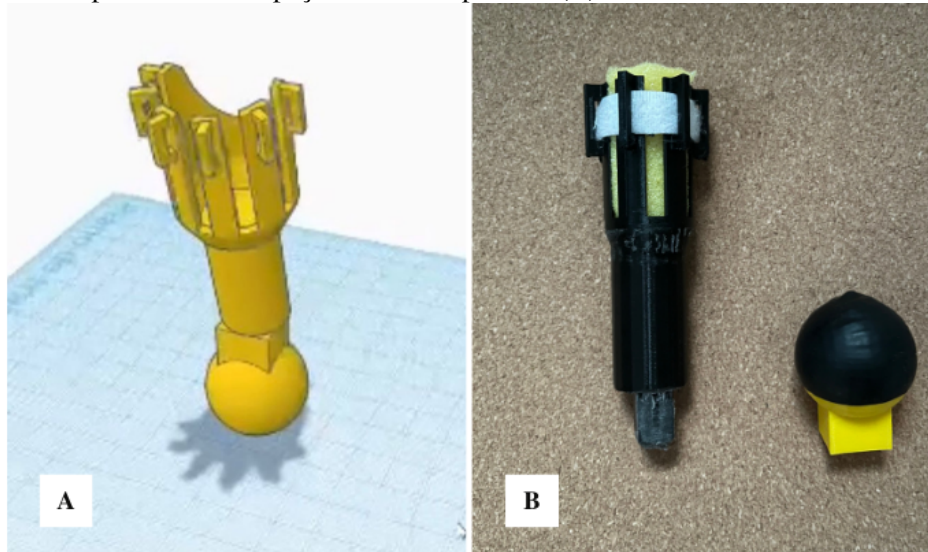


Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

## 2.4. Modelagem dos Dispositivos Ortopédicos

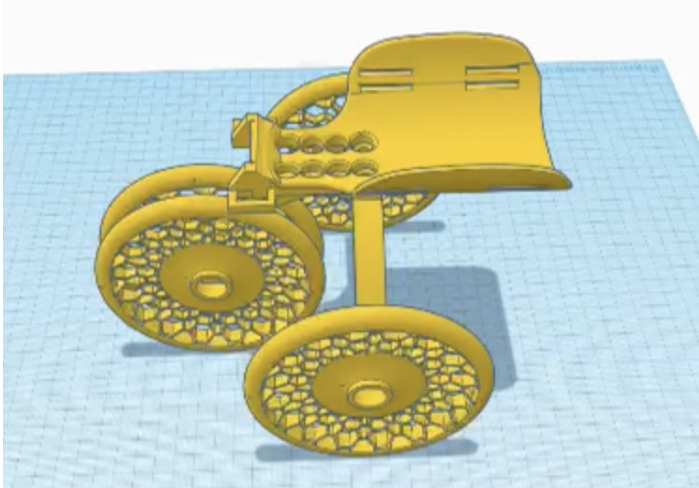
Para modelagem das duas próteses e da cadeira de rodas foram utilizados os softwares *Tinkercad*® e *Vectary*® (Figura 3 e 4). Por último foi feito uso do programa *Ultimaker* para realizar o fatiamento do objeto 3D, permitindo sua impressão. A prótese foi composta por duas peças moveis, enquanto a cadeira possui seis peças (quatro rodas, base da cadeira e suporte para o tórax)

**Figura 3** – Processo de modelagem final da prótese canina no software *Tinkercad*® (A) e impressão final da prótese com as peças moveis separadas (B).



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

**Figura 4** – Processo de modelagem final da cadeira de rodas no software *Tinkercad*®.

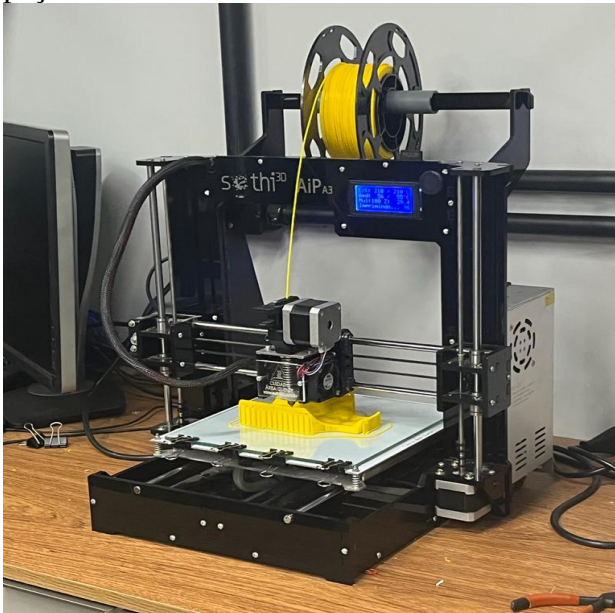


Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

### **2.5. Impressão da Prótese Canina e Cadeira de Rodas**

Para impressão foi feito uso da técnica de fusão e depósito (FDM), utilizando a impressora Sethi3D AiPA3 Aberta, com o uso de filamento PLA, com temperatura de fusão de 200°C (Figura 5). A impressão de cada prótese canina teve duração de aproximadamente 3 horas e 30 minutos, enquanto para cadeira de rodas foi de aproximadamente 6 horas, devido ao maior volume de material depositado e elevado número de peças.

**Figura 5** – Impressora Sethi3D AiPA3 utilizando filamento PLA para imprimir uma das peças da cadeira de rodas.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

## 2.6. Pós-processamento

Para o pós-processamento da prótese, revestiu-se a porção distal com partes de balões de látex, de modo a fornecerem uma superfície antiderrapante. Também foram adicionadas duas alças de velcro às alças impressas para maior fixação e forramento da face interna com espuma. Para proporcionar maior conforto ao paciente foi feito uso de bandagem elástica (VitalTape) ao redor dos cotos (Figura 6). Na montagem da cadeira foi realizada a fixação das rodas e do suporte para o tórax na base da cadeira, utilizando 3 parafusos de 4mm em cada roda, em conjunto de uma roela e porca. Já para a peça de suporte para o tórax ser fixada na base foi feito uso de 4 parafusos de 11mm, com uma porca em cada (Figura 7). No mesmo dispositivo foi adicionado forramento com EVA na região de encaixe do tórax, e adição de alças de velcro às alças impressas.

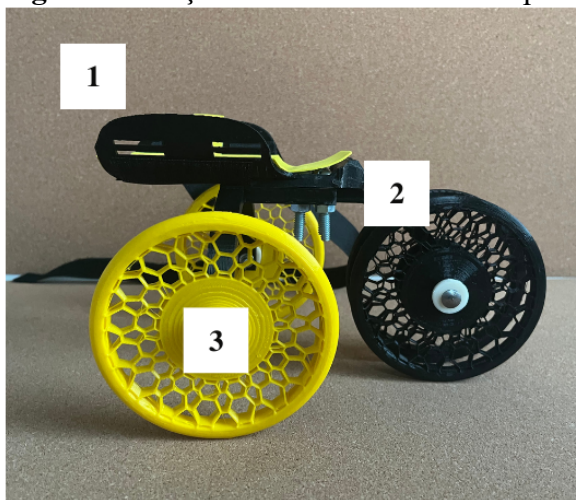
**Figura 6** – Uso de vetrap ao redor dos cotos do animal.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.



**Figura 7** – Peças da cadeira de rodas: suporte para o tórax (1); Base da cadeira (2); Roda (3).



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

### 2.7. Teste de Aceitação

Foram realizados dois testes de aceitação com o animal, um para cada protótipo da prótese. O teste de aceitação estava planejado que, após o encaixe da prótese no animal, este seria observado por um período de teste de 5 minutos, sendo que a qualquer sinal de desconforto o teste seria suspenso e o dispositivo retirado para ajustes.

### 2.8. Comitê de Ética (CEUA)

A realização deste projeto foi aprovada pela Comissão de Ética no uso de animais do UniCEUB (CEUA/CEUB), sob parecer N°. TCC (A) 005/2022, para realização da fase de testes da prótese de membro torácico.

## 3. Resultados e Discussão

Como primeira etapa do projeto foi necessário a obtenção das medidas corporais do paciente para modelagem da prótese e da cadeira de rodas. O método escolhido para realização das medidas foi o de escaneamento direto, com auxílio do scanner *Sense 3D* da *3D Systems*, assim como foi recomendado nos estudos de Memarian e colaboradores (2022). Entretanto, não foi possível devido problemas técnicos com o equipamento. Como solução optou-se pelo uso de uma fita métrica para obtenção das medidas corporais (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1** - Medidas corporais necessárias para modelagem da prótese.

Medidas necessárias para prótese	cm
Coto ao chão	12,5 cm
Diâmetro do coto	7cm
Comprimento do coto	4 cm

Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

**Tabela 2** - Medidas corporais necessárias para modelagem da cadeira de rodas

<b>Medidas necessárias para cadeira de rodas</b>	<b>cm</b>
Distância entre os dois cotos	7,5 cm
Coto ao solo	12,5 cm
Coto até o membro pélvico	17 cm
Circunferência do tronco	30 cm

Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

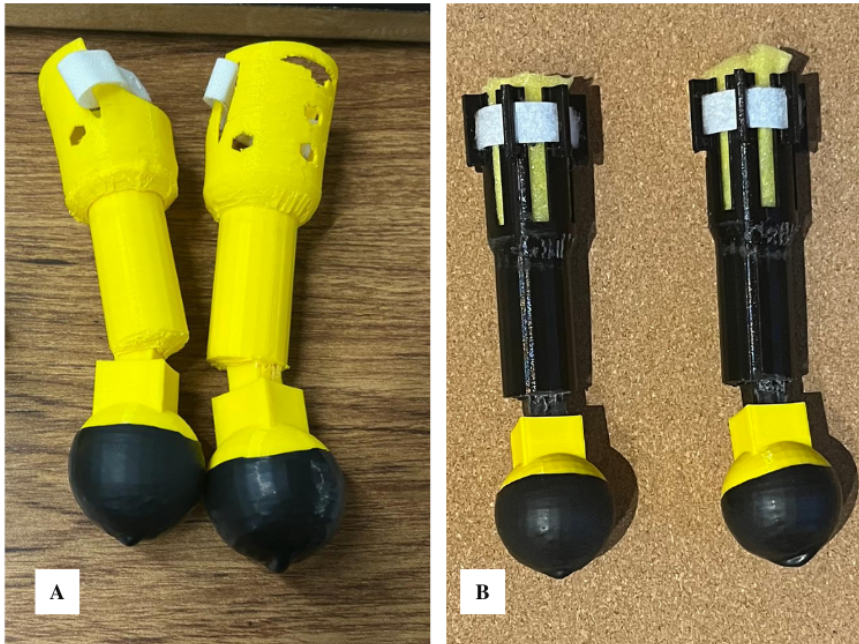
A intenção inicial do estudo era a produção de uma exoprótese para cada membro torácico do animal, tendo em vista a indicação de seu uso em casos de pacientes com problemas em mais de um membro, em especial os dianteiros, pois a locomoção acaba sendo seriamente prejudicada. Além disto, o temperamento dócil do animal auxiliou no estudo, tendo em vista a contra-indicação desses dispositivos naqueles de comportamento agressivo (Marcellin-Little *et al*, 2015)

Para elaboração da prótese canina foram modelados e impressos dois protótipos ao total, de modo que o segundo protótipo foi desenvolvido com intuito de corrigir e aperfeiçoar os erros observado no primeiro.

Após a impressão do primeiro modelo da prótese, este foi encaminhado para etapa de testes com o animal, e notou-se que a área de encaixe do coto apresentou folga entre as paredes do dispositivo, além do membro residual não encaixar como deveria. A falta dos ossos rádio e ulna do paciente dificultou a fixação da prótese, pois quanto maior a superfície de contato do coto com as paredes de encaixe, melhor é a suspensão do aparelho (CAMPOS *et al.*, 2013).

Em vista desses problemas, para a prótese final foram realizados ajustes na parte superior do dispositivo, a fim de aumentar a fixação do coto, além da substituição por um velcro mais resistente. Também foi adicionado um acolchoamento de espuma com intuito de, além do conforto, melhorar o encaixe. O intuito das astes na parte superior do protótipo final da prótese fabricada (Figura 8) seria aumentar a fixação ao serem pressionadas pelo velcro, entretanto, durante o teste final, o dispositivo não se mostrou fixo o suficiente para o animal sentir segurança, o que impossibilitou seu uso (Figura 9). Esse resultado pode ter sido consequência do não uso do scanner, pois este permite maior facilidade durante a modelagem, além de capturar imagens mais fidedignas (AGUIAR, 2016).

**Figura 8** - Primeiro protótipo das próteses caninas (A) e protótipo final das próteses caninas (B).



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

**Figura 9** - Último teste de aceitação no animal com a prótese em membro direito.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Durante os testes com o animal também foi possível observar que este era capaz de levantar o dispositivo, corroborando com estudos que relatam que para melhor funcionalidade de uma prótese, é necessário que o material utilizado seja leve (BACHMAN *et al.*, 2017; DUENAS *et al.*, 2017).

O material de escolha para impressão foi o filamento de PLA (poliácido láctico) devido aos relatos em relação às vantagens do seu uso na impressão 3D como rigidez e estabilidade dimensional, além de permitir detalhamento da peça (NISHIMURA, 2018). Porém, apresenta menor resistência a atritos e a temperaturas elevadas. Por fim, a impressora disponível para o

projeto era aberta, impedindo o uso de outros filamentos como o ABS (acrilonitrila butadieno estireno), o qual deve ser utilizado apenas em impressoras fechadas (CROUCILLO, 2017).

O uso de PLA também foi mencionado nos estudos de Dal Corso (2019), em que foi desenvolvido uma prótese para membro anterior de um canino, concluindo que o material é uma opção para fabricação de próteses para cães de médio porte por meio da impressão 3D. Entretanto, foi observado em ambos os protótipos de nosso estudo, que o material mostrou ser um dos fatores que prejudicaram a fixação da prótese, pois por mais que se mostrasse estável em sua base, a parte superior que fica em contato com o coto apresentou fragilidade, demonstrando sinal de rompimento ao pressionar o velcro. Essa característica quebradiça do PLA foi relatada nos estudos de Besko *et al.* (2017).

Como solução, optou-se pela elaboração de uma cadeira de rodas canina para os membros torácicos (Figura 10), pois foi relatado que em casos de animais que não apresentam as juntas dos cotovelos encontra-se a opção de utilizar uma cadeira de rodas, a qual fornecerá funções semelhantes à de uma exoprótese (Marcellin-Little *et al.*, 2015). Entretanto, o teste de aceitação não foi possível devido ao curto prazo para o recebimento da autorização do CEUA, impossibilitando observar sua funcionalidade.

**Figura 10** - Modelo impresso da cadeira de rodas para membro torácico de vista frontal (A) e lateral (B).



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

Na tabela 3 consta o preço do filamento e o preço final de ambos os equipamentos, com a prótese chegando no valor final de R\$ 16,20 e a cadeira de rodas R\$ 31,73, entretanto é importante ressaltar que o valor dos dispositivos se sujeita ao tamanho do animal, assim, o pequeno porte do paciente desse estudo influenciou no valor final. Esses resultados mostram que a utilização da tecnologia 3D permite a elaboração de dispositivos personalizados e com peças de baixo custo (MORIMOTO, 2021). Nota-se também, que esse método de produção é mais barato que os métodos tradicionais, pois de acordo com o estudo de Teixeira (2021) os valores de próteses de outras empresas oscilam entre \$ 500,00 e os \$ 3.500,00.

**Tabela 3** - Tabela de preços dos dispositivos ortopédicos desenvolvidos.

<b>Dispositivo ortopédico</b>	<b>Custo de filamento (R\$)</b>	<b>Custo do conjunto final (R\$)</b>
Cadeira de rodas	R\$ 27,47	R\$ 31,73
Prótese	R\$ 10,73	R\$ 16,20

Fonte: PIKA, 2022.

Como aponta o trabalho de Bachman *et al.* (2017), a tecnologia 3D fornece produtos mais baratos devido a simplicidade dos dispositivos fabricados, assim como materiais mais acessíveis financeiramente. No mesmo trabalho foi produzido uma prótese canina de baixo valor, entretanto não foi possível avaliar sua durabilidade. Com isso, por mais que a tecnologia ofereça menores custos e uma produção acelerada, deve-se questionar sua qualidade em relação aos modelos convencionais, levando em consideração a escassez de estudos que acompanham o paciente após o recebimento da prótese, impossibilitando a análise da qualidade do produto a longo prazo (MORIMOTO, 2021).

#### **4. Considerações Finais**

O trabalho atendeu às principais expectativas com o desenvolvimento de duas exopróteses para membro torácico canino, entretanto, não se obteve resultado satisfatório em questões de fixação do dispositivo no animal, servindo como base para impedimento de erros em trabalhos futuros. Atendendo também as expectativas, houve a fabricação de uma cadeira de rodas, porém, não foi possível completar os testes de aceitação com o dispositivo de modo a avaliar sua funcionalidade e estabilidade.

Sugere-se ainda que a tecnologia 3D é uma técnica de fabricação promissora na indústria de dispositivos ortopédicos na medicina veterinária, além de ser uma opção de baixo custo para tutores de baixa renda. No entanto, em trabalhos futuros tornam-se necessários o aprofundamento a respeito dos diferentes tipos de materiais disponíveis no desenvolvimento de dispositivos ortopédicos, além da durabilidade desses produtos.

Comprova-se também, por meio deste projeto, a importância da interdisciplinaridade entre as áreas de Engenharia e Medicina Veterinária na fabricação de próteses, pois para o sucesso terapêutico desses dispositivos torna-se necessário combinar os conhecimentos acerca da tecnologia 3D com a compreensão sobre anatomia, cinemática, cinética e biomecânica animal.

### **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, por todo amor e apoio. Ao meu orientador Bruno Alvarenga, pelas correções e ensinamentos. Aos estudantes de engenharia elétrica Matheus Pika e José Henrique que colaboraram para o desenvolvimento deste projeto. A minha colega Gabrielle Moura pela parceria e ajuda ao longo do curso.

## Referências

- AGUIAR, Leonardo de Conti Dias. *Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- ARAUZ, Paul G.; CHIRIBOGA, Patricio; GARCIA, María-Gabriela; KAO, Imin; DIAZ, Eduardo A. New technologies applied to canine limb prostheses: a review. *Vet World*, v. 14, n. 10, p. 2793-2802, 2021.
- BACHMAN, Norma; LASSO, Melanie; OLAODE, Oluwajomiloju; WALFIELD, Elizabeth; AL ZUHAIRI, Mushtaq. *Design of a Prosthesis for Canines with Front Limb Deformities*. 2017. Report (Bachelor of Science), Worcester Polytechnic Institute, Worcester, 2017.
- BESKO, Marcos; BILLY, Claudio; SIEBEN, Priscila Gritten. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. *Gestão, Tecnologia e Inovação*, v. 1, n. 3, p. 9-18, 2017
- CAMPOS, Alysson Alvim *et al.* *Confeção e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção: confeção e manutenção de próteses de membros inferiores, órteses suropodálicas e adequação postural em cadeiras de rodas*. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- CROUCILLO, Andressa Pereira dos Reis; ARRUDA, José Dimas; FRANCO, Luciano José Vieira; LEITE, Jussara Fernandes; CARVALHO, Mayara Rezende. Avaliação das características mecânicas do PLA, impressa em 3D, para aplicação em prótese em animais de pequeno porte e médio porte. *Tecnol. Metal. Mater. Miner.*, v.15, n. 3, p. 221-225, 2017.
- DAL CORSO, Marcelo dos Santos. *Desenvolvimento de prótese para membro anterior de um canino por meio de impressão*. 2019. Trabalho (Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2019.
- DUEÑAS, J. Sanz; SALVADOR, C. Rojo; SIMÓN, I. de Gaspar; DÍAZ, C. Pérez. 3D *vetlab: future veterinary learning*. Proceedings of EDULEAR N17 Conference, Barcelona, 2017.
- FOWLER, Edward Bros. *Design, analysis, and development of cost-effective canine wheelchairs*. 2008. Thesis (Master of Engineering). University of Louisville, Louisville, 2007.
- GOLDBERG, Mary Ellen; TOMLINSON, Julia E. The disabled patient part 1: assistive devices and technology. *Physical Rehabilitation for Veterinary Technicians and Nurses*, 2017.
- KAFLE, Abishek; LUIS, Eric; SILWAL, Raman; PAN, Houwen Matthew; SHRESTHA, Pratisthit Lal; BASTOLA, Anil Kumar. 3D/4D printing of polymers: fused deposition modelling (FDM), selective laser sintering (SLS), and stereolithography (SLA). *Polymers (Basel)*, São Paulo, v. 13, n. 18, p. 3101, 2021.

- LAGE, Maira.; LAMOUNIER, Alysson Rodrigo; MELO, A. I. V.; CASAS, Estevam Barbosa. Aplicação de conceitos de biomecânica na confecção de próteses para cães. *In: 6º ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA BIOMECÂNICA*, 2018, São Paulo. *ENEBI*. São Paulo: BSB, 2018.
- LAGE, Maira; LAMOUNIER, A. R.; PERTENCE, A. E. M. Desenvolvimento de uma metodologia de fabricação de próteses e órteses para cães. *In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA*, 2016, Paraná. *CBEB*. Paraná: SBEB, 2016.
- LACERDA, Tayla Figueiredo; ROMANIELO, Ana Flávia Resende; GOMES, Susana de Miranda; SOUZA, Joyce Karolynny Lopes; CARVALHO, Viviana Cristina de Souza; MACHADO, Lara Cândida de Sousa. Aplicabilidade da impressora 3D na prática médica contemporânea. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 620-625, 2020.
- MARCELLIN-LITTLE, Denis J.; DRUM, Marti G.; LEVINE, David; MCDONALD, Susan S. (2015). Orthoses and exoprostheses for companion animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 45, n. 1, p. 167-183, 2015.
- MEMARIAN, Parastoo; PISHAVAR, Elham; ZANOTTI, Federica; TRENTINI, Martina; CAMPONOGARA, Francesca; SOLIANI, Elisa; GARGIULO, Paolo; ISOLA, Maurizio; ZAVAN, Barbara. Active materials for 3D printing in small animals: current modalities and future directions for orthopedic applications. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 1045, p. 1045, 2022.
- MICH, Patrice M. The emerging role of veterinary orthotics and prosthetics (V-OP) in small animal rehabilitation and pain management. *Topics in Companion Animal Medicine*, v. 29, n. 1, p. 10-9, 2014.
- MORIMOTO, S. Y. U.; CABRAL, A. K. P. S.; SANGUINETTI, D. C. M.; FREITAS, E. S. R.; MERINO, G. S. A. D.; COSTA, J. Â. P.; COELHO, W. K.; AMARAL, D. S. Upper limbs orthosis and prostheses printed in 3D: an integrative review. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, v. 29, p. 2078, 2021.
- NISHIMURA, Paula Lumi Goulart. *Diretrizes para o Design de Dispositivo para Animais com Problemas de Locomoção com uso da Prototipagem Rápida*. 2018. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2018.
- JARVIS, Sarah L.; WORLEY, Deanna R.; HOGY, Sara M.; Hill, Ashley E.; HAUSSLER, Kevin K.; REISER, Raoul F. Kinematic and kinetic analysis of dogs during trotting after amputation of a thoracic limb. *American Journal of Veterinary Research*, v. 74, v. 9, p. 1155-1163, 2013.
- SILVA, Tulio. Vinicius Arruda; SANTOS, Bruno Alvarenga. Prototipagem rápida na medicina veterinária: Revisão. *PUBVET*, v. 16, n. 1, p. 191, 2022.
- TEIXEIRA, Mariana Filipa Madanços. *Simulação biomecânica de próteses para cães*. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2021.