

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



DOGSTRIDE

PRÓTESE MECÂNICA PARA CACHORROS DEFICIENTES

CLARA SPERAFICO KUCERA

DIOGO KRAMP

MARIA EDUARDA ESTEVAM PISA DE MIRANDA

SÃO LEOPOLDO

2025

CLARA SPERAFICO KUCERA
DIOGO KRAMP
MARIA EDUARDA ESTEVAM PISA DE MIRANDA

DOGSTRIDE

PRÓTESE MECÂNICA PARA CACHORROS DEFICIENTES

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Marcos Augusto Bandini e coorientação da professora Ana Cláudia Triches.

SÃO LEOPOLDO

2025

RESUMO

O projeto tem como objetivo desenvolver uma prótese mecânica com articulação no joelho para patas traseiras de cães que sofrem com amputação. As soluções atuais como cadeiras de rodas e próteses rígidas oferecem apenas o suporte básico e sofrem com grandes limitações. O DogStride busca desenvolver uma prótese inspirada em modelos esportivos, adaptada na anatomia canina, para oferecer mais conforto e mobilidade. O dispositivo é formado em três partes: soquete em nylon para encaixe confortável, articulação em alumínio que serve para reproduzir o movimento do joelho e a lâmina de apoio em nylon que absorve impactos. Na articulação, será instalada uma mola responsável por regular o movimento da articulação, tanto a inclinação quanto a velocidade da lâmina. Espera-se que o protótipo melhore a mobilidade e estabilidade dos cães amputados com maior liberdade de movimentos sem abrir mão do conforto do animal. Por meio de uma prótese leve e resistente, DogStride facilitará a mobilidade e qualidade de vida dos cães que sofrem de amputações.

Palavras-chave: Próteses veterinárias; Biomecânica canina; Reabilitação animal; Impressão 3D; Bem-estar animal.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Prótese canina de membro inferior feita em impressão 3D
- Figura 2 - Prótese finalizada.
- Figura 3 - Prótese desmontada.
- Figura 4 - Prótese reta
- Figura 5 - Cadeira de rodas
- Figura 6 - Análise dos formatos das próteses da marca Ossur
- Figura 7 - Soquete desenhado para os cachorros que possuem o coto.
- Figura 8 - Articulação
- Figura 9 - Lâmina de apoio
- Figura 10 - Protótipo final

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da arte

Tabela 2 – Cronograma

Tabela 3 – Recursos

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBEE	Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas
PRF	Polícia Rodoviária Federal
DFAM	Design for Additive Manufacturing
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PETG	Polietileno Tereftalato Glicol
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
EVA	Etileno-acetato de Vinila
PVC	Policloreto de Vinila
PLA	Ácido Polilático
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	10
1.2 PROBLEMA	10
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 JUSTIFICATIVA	10
2. ESTADO DA ARTE	11
2.1 AGR-2984: “DESENVOLVIMENTO DE UMA PRÓTESE CANINA PARA MEMBRO INFERIOR POR MEIO DE IMPRESSÃO 3D”	12
2.2 SOBRE RODAS: PROJETO ADAPTATIVO DE UMA PRÓTESE EM IMPRESSÃO 3D PARA UM CÃO COM MEMBROS PÉLVICOS AMPUTADOS	13
2.3 NAKI’O - DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESE ACESSÍVEL POR MEIO DE DESIGN ITERATIVO	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 ANÁLISE BIOMECÂNICA CANINA	16
3.1.1 Amputação	16
3.2 PRÓTESES ATUAIS	17
3.2.1 Prótese vertical	17
3.2.2 Cadeira de rodas	18
3.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DE PRÓTESES DE ATLETAS	20
3.3.1 Materiais utilizados nas próteses	21
3.4 MATERIAIS	21
4. METODOLOGIA	24
4.1. SOQUETE	24
4.2 ARTICULAÇÃO	26
4.3 LÂMINA DE SUPORTE	27
4.5 TIPO DE PESQUISA	29
5. CRONOGRAMA	30
6. RECURSOS	31
7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	31
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a CBEE, não existem sistemas oficiais que monitorem as ocorrências de atropelamentos envolvendo cães domésticos no Brasil. Embora a PRF realize muitos registros de animais atropelados em rodovias que apresentam números relevantes. Em Santa Catarina, por exemplo, a Arteris BR-101 resgatou 122 animais domésticos (incluindo cães) apenas em 2023, evidenciando que a presença desses animais nas estradas é um problema real, ainda que não fiscalizado (MONATRAM, 2023).

No Brasil, muitos cães precisam passar por amputações devido a acidentes, doenças graves ou traumas, e isso impacta na sua qualidade de vida. Quando um cão perde uma pata, ele enfrenta desafios de mobilidade e equilíbrio, o que pode levar à sobrecarga das patas restantes e ao desenvolvimento de dores crônicas ou lesões articulares ao longo do tempo. Embora cães geralmente se adaptem bem a perder um membro, segundo uma pesquisa realizada por Garofallo (2025), cachorros experimentam o que é chamado de dor fantasma, o que causa dores em membros já amputados, eles também sentem estresse inicial com a nova condição motora.

O trabalho Dogstride apresenta o desenvolvimento de uma prótese mecânica voltada para cães de porte médio que apresentam deficiência nas patas traseiras. Atualmente, os produtos criados para auxiliar a mobilidade do cachorro, tem como base estruturas com rodas ou uma estrutura reta sem nenhuma articulação, ambos dos produtos apesar de ajudarem o cachorro a andar, não traz a mobilidade necessária para a saúde do cachorro.

O presente estudo, traz o desenvolvimento de um novo tipo de prótese mecânica inspirada nos modelos utilizados por atletas de atletismo, adaptando seu design à anatomia dos cães. A estrutura será desenhada e planejada para trazer ao cachorro, seu movimento natural de corrida, com articulações funcionais que favorecem a flexão do joelho, melhorando a performance na locomoção e oferecendo mais conforto durante o repouso. Assim, a proposta une uma mecânica planejada com o bem-estar animal, buscando uma solução eficiente e adaptável às necessidades dos cães com mobilidade reduzida.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Prótese mecânica para patas traseiras de cachorros, inspirada em próteses usadas em atletas profissionais.

1.2 PROBLEMA

Seria possível desenvolver uma prótese mecânica articulada baseando-se na anatomia canina que traga conforto, usabilidade e durabilidade?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma prótese mecânica com articulação no joelho que permita um movimento natural de flexão e impulso, juntamente com um tecido revestindo a coxa do cão para conforto.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Propor uma anatomia que facilite a mobilidade natural dos movimentos dos cães, permitindo o alto desempenho.
- Desenvolver um modelo desenhado baseado na anatomia canina juntamente com modelos de corredores profissionais.
- Criar uma articulação que funcione de acordo com o movimento.
- Usar tecidos acolchoados que possibilitem o conforto e naturalidade.

1.4 JUSTIFICATIVA

No Brasil, um número significativo de cães é submetido a amputação em decorrência de acidentes, doenças graves ou traumas diversos, o que compromete diretamente sua qualidade de vida. A perda de um membro, especialmente uma das patas traseiras, gera desafios relacionados à mobilidade e ao equilíbrio, podendo resultar em sobrecarga das patas dianteiras e, conseqüentemente, no desenvolvimento de dores crônicas e lesões articulares. Apesar da conhecida

capacidade de adaptação dos cães a essas condições, estudos apontam que muitos animais sofrem com dor fantasma, ou seja, desconfortos em membros já ausentes.

Atualmente, as opções existentes no mercado, como cadeiras de rodas e próteses com estruturas rígidas e sem articulação, beneficiam os cães melhorando a mobilidade, qualidade de vida, independência, equilíbrio e estabilidade, mas elas oferecem apenas suporte básico para a locomoção, sem considerar aspectos biomecânicos fundamentais para o bem-estar do animal. Essas limitações podem comprometer a saúde geral do cão a longo prazo.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento do projeto DogStride, uma prótese mecânica voltada para cães de porte médio com deficiência nas patas traseiras. A inovação consiste na criação de uma prótese inspirada em modelos utilizados por atletas de atletismo, adaptada à anatomia canina, com o objetivo de proporcionar maior mobilidade, conforto e qualidade de vida ao animal. A proposta busca preencher uma lacuna relevante no campo da reabilitação animal, contribuindo para o bem-estar dos animais de companhia.

2. ESTADO DA ARTE

Tabela 1 – Estado da arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Agr-2984: “Desenvolvimento de uma prótese canina para membro inferior por meio de impressão 3D”	Sophia Saldanha Nahas; Ruan Miguel Gomes Alves; Kerdley Marques Fonseca de Oliveira	2023
Sobre rodas: projeto adaptativo de uma prótese em impressão 3D para um cão com membros pélvicos amputados	Lais Tussi	2022

NAKI'O - Desenvolvimento de Prótese Acessível por Meio de Design Iterativo	Isadora Barone Spachi	2022
---	-----------------------	------

2.1 AGR-2984: “DESENVOLVIMENTO DE UMA PRÓTESE CANINA PARA MEMBRO INFERIOR POR MEIO DE IMPRESSÃO 3D”

Este projeto foi desenvolvido com o objetivo de criar uma solução acessível e funcional para cães que sofreram amputação ou nasceram com deformidades nos membros inferiores. A proposta partiu da necessidade de tornar a locomoção de animais com deficiências mais confortável, permitindo-lhes retomar atividades físicas e interações sociais.

A equipe utilizou tecnologia de impressão 3D (Ender 3 Pro V2) e filamento PETG, que oferece boa resistência mecânica e durabilidade. O custo do protótipo foi reduzido a cerca de R\$130,78, evidenciando viabilidade econômica para tutores de baixa e média renda, um dos pontos centrais do projeto. Além do filamento, foram utilizados materiais de apoio como espuma e abraçadeiras para o ajuste ao corpo do animal, garantindo fixação e conforto.

O projeto ainda está em fase de testes práticos, que envolvem caminhadas e atividades de movimento com cães reais, a fim de verificar o desempenho, estabilidade, adaptação comportamental e resistência do dispositivo. O caráter social e econômico da pesquisa torna este projeto uma referência para o desenvolvimento de próteses caninas de baixo custo e produção rápida.

Figura 1 - Prótese canina de membro inferior feita em impressão 3D



Fonte: FeBraCe, 2022.

2.2 SOBRE RODAS: PROJETO ADAPTATIVO DE UMA PRÓTESE EM IMPRESSÃO 3D PARA UM CÃO COM MEMBROS PÉLVICOS AMPUTADOS

Este TCC da UTFPR, câmpus Guarapuava, aborda diretamente o desenvolvimento de uma prótese para cães com ausência dos membros pélvicos, com o desafio de reconstruir a mobilidade de animais em tais condições.

A pesquisa reconhece que, embora os cães façam parte ativa das famílias brasileiras, muitos são considerados inverteis ou submetidos à eutanásia em casos de ausência de membros. Aproveitando o crescimento do uso da impressão 3D na saúde, o estudo propôs a modelagem em software de engenharia e a prototipagem em 3D de uma prótese adaptativa. A metodologia envolveu coleta de dados do caso real, modelagem CAD, impressão em 3D e análise de adequação ao caso prático, com foco em customização, baixo custo e rápida execução.

Resultados ainda estão em vias de validação, mas o trabalho apresenta uma solução viável e inovadora para a integração entre Engenharia Mecânica e Medicina Veterinária no Brasil, especialmente para casos críticos de amputação pélvica.

Figura 2- Prótese finalizada.



Fonte: Lais Tussi, 2022.

2.3 NAKI'O - DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESE ACESSÍVEL POR MEIO DE DESIGN ITERATIVO

O projeto NAKI'O surgiu como uma proposta inovadora de desenvolver próteses personalizadas para cães com amputações extremas, em especial casos de ausência de quase todo o membro, o que dificulta a fixação e funcionalidade de dispositivos comuns.

A metodologia se baseou no codesign (cocriação) com tutores do animal, permitindo ajustes constantes conforme a adaptação e necessidade do cão. O sistema desenvolvido era composto por quatro partes principais: um colete de fixação, uma extensão estrutural, uma pata funcional e uma alça de ajuste. Essa modularidade facilitava o reposicionamento e o aperfeiçoamento do encaixe.

O projeto enfrentou desafios importantes, como a necessidade de materiais mais resistentes do que o PLA utilizado inicialmente e tempo de adaptação insuficiente para testes prolongados. Entretanto, como protótipo inicial, o projeto provou a viabilidade de soluções personalizadas, acessíveis e adaptadas a casos

clínicos severos, trazendo perspectivas de melhorias no bem-estar animal e na inclusão social de cães com deficiências físicas.

Figura 3 - Prótese desmontada.



Fonte: Projeto NAKI'O, 2021/2022.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ANÁLISE BIOMECÂNICA CANINA

O joelho dos cães é essencial para a locomoção, sustentação de peso, absorção de impacto e propulsão. Essa articulação é complexa e vulnerável a lesões, especialmente em cães ativos ou de raças predispostas. Essa articulação conecta três ossos principais, sendo eles fêmur, tíbia e patela, além de outras estruturas importantes como meniscos, ligamentos cruzados, ligamentos colaterais, tendão patelar e tendões dos músculos da coxa.

Durante o andar e corrida, o joelho alterna entre a fase de apoio, na qual o joelho se estende e estabiliza para suportar o peso do animal e os músculos isométricos controlam a posição do joelho contra a gravidade, e a fase de balanço, onde o joelho flexiona para que a perna se eleve e avance e o quadríceps e isquiotibiais controlam a extensão e flexão.

3.1.1 Amputação

As amputações são recomendadas em casos como o câncer ósseo e outros tumores malignos em membros, pois além de ser uma doença muito dolorosa para os animais, com a amputação complementada com a quimioterapia há mais chances de sobrevivência do animal. (acidentes de rua e atropelamento).

Em casos onde há ruptura de plexo nervoso (responsáveis por dar sensibilidade a pata) o animal pode acabar se auto mutilando e comendo a própria pata, o que faz com que a amputação do membro seja fundamental para a melhora do quadro. Outros casos em que a amputação é recomendada são quando os cães sofrem de quedas, brigas com outros cães e em alguns casos, onde o cão sofreu com fraturas que não tiveram boa evolução, ficando infectadas ou não consolidadas.

3.2 PRÓTESES ATUAIS

A criação das próteses como área de estudo é frequentemente associada ao cirurgião francês Ambroise Paré (1510-1590), considerado o “pai da cirurgia moderna”. Em 1579, ele publicou a obra *Les Oeuvres d'Ambroise Paré*, na qual descreveu membros artificiais desenvolvidos para pacientes que haviam perdido braços ou pernas (PARÉ, 1579). Atuando em campos de batalha, Paré realizou inúmeras amputações em soldados e, diante dessa realidade, passou a criar dispositivos que auxiliava na recuperação funcional dos feridos. Com o passar do tempo, especialmente após a Primeira e a Segunda Guerras Mundiais, as próteses evoluíram em design, incorporando materiais mais leves e articulações mais eficientes.

Os avanços tecnológicos melhoraram muito o visual das próteses e a adaptação ao corpo de cada pessoa, garantindo mais autonomia e qualidade de vida. Criar peças que sejam funcionais e, ao mesmo tempo, pareçam naturais exige a colaboração de áreas como engenharia e medicina.

O uso de próteses em animais começou a ganhar destaque com avanços na medicina veterinária e na engenharia. Profissionais dessas áreas passaram a desenvolver membros artificiais para ajudar animais que perderam patas em acidentes, doenças ou malformações.

Com o tempo, os modelos foram se tornando mais modernos, utilizando materiais leves e resistentes. Esse avanço possibilita que cães, gatos, cavalos e até animais silvestres recuperem parte da mobilidade perdida. A evolução da tecnologia trouxe próteses mais confortáveis e adaptadas às necessidades de cada espécie, melhorando o bem-estar e a qualidade de vida dos animais.

3.2.1 Prótese vertical

Atualmente no mercado existem alguns tipos de próteses para cães que perderam patas traseiras, a mais comum para a perda de somente uma pata é a

prótese vertical, que são estruturas externas, geralmente moldadas sob medida, que conectam o restante do membro amputado e simulam a função de suporte e mobilidade da perna original (EUROPE PMC, 2021). Os principais usos dessas próteses são em casos de amputações distais, que são amputações feitas abaixo do joelho, lesões traumáticas ou congênitas, tumores como osteossarcoma que exigiram remoção parcial do membro e correção de assimetrias ou más-formações (IVIS, 2018) .

Os maiores desafios enfrentados pela utilização desse modelo são quando há pouco coto, dificultando a fixação da próteses, e se utilizado de forma descuidada pode gerar feridas devido ao atrito ou pressão devido ao peso do animal.

As próteses verticais são normalmente feitas com materiais que equilibram resistência e leveza, já que precisam suportar o peso do animal sem machucá-lo ou limitar a mobilidade, a escolha do material também depende do nível de amputação, do porte do cão, do ambiente onde ele vive e do nível de atividade, mas geralmente são utilizados polipropileno, fibra de carbono, nylon reforçado ou ABS (impressão 3D).

Figura 4: Prótese reta



Fonte: LOJA PINEAL, 2025.

3.2.2 Cadeira de rodas

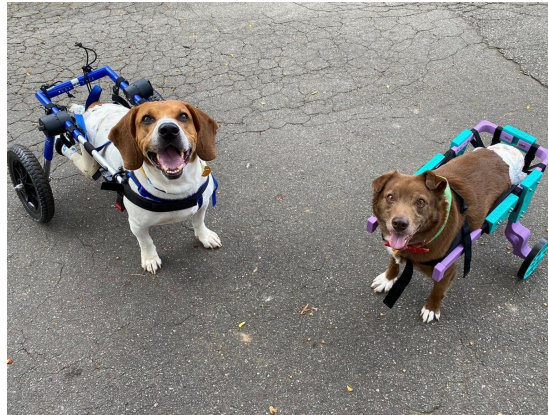
A cadeira de rodas funciona como um suporte para o corpo do cachorro, substituindo a função das patas traseiras e permitindo que ele se mova usando as

patas dianteiras. A estrutura possui rodas na parte traseira, que sustentam o peso do animal e evitam o arrasto das patas traseiras no chão. Essa opção de prótese é indicada principalmente para animais com paralisia parcial ou total das patas traseiras, causada por problemas como traumas, doenças neurológicas ou acidentes de atropelamento. Também pode ser usada no pós-operatório, quando o cão não deve apoiar as patas traseiras, ajudando na recuperação e na qualidade de vida.

Essa prótese normalmente possui uma estrutura de alumínio leve, com suportes de tecido e espumas onde há contato com o corpo do cachorro, para trazer conforto, e cintas de nylon que envolvem o tronco e a pelve do cão, as rodas utilizadas devem ser específicas para o tamanho do cão, podendo ser de borracha ou até mesmo EVA. O funcionamento dela se baseia em o cachorro encaixar as patas traseiras no suporte da cadeira, ajudando a aliviar a sobrecarga nas patas dianteiras, depois precisar prender-se com cintos trazendo mais estabilidade e segurança, assim sendo livre para andar e subir pequenos obstáculos com auxílio das patas da frente.

Um ponto importante a ser discutido é que durante esse período, é importante fazer o uso de forma gradual, com sessões curtas e supervisionadas. Se o cão ficar muito tempo na cadeira sem descanso, pode ocorrer cansaço excessivo e até machucados nas patas dianteiras. Por isso, é essencial observar o comportamento do animal, oferecer pausas e garantir que a cadeira esteja ajustada corretamente, o que muitas vezes não ocorre corretamente pois existem versões caseiras feitas de PVC que não suportam o peso e não atendem as medidas necessárias para a adaptação, fazendo que o cachorro tenha uma sobrecarga na parte de trás do corpo o que pode ocasionar a quebra repentina do PVC, por isso é indicado sempre recorrer a um profissional qualificado para analisar a prótese certa para cada cachorro.

Figura 5: Cadeira de rodas



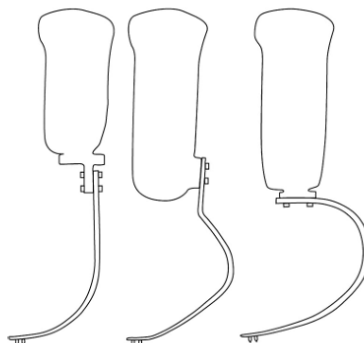
Fonte: Blog Cobasi, 2021.

3.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DE PRÓTESES DE ATLETAS

Esta pesquisa tem como finalidade analisar a prótese de atletas profissionais, geralmente atletas de corrida como atletismo, ciclismo e esportes radicais. Realizando um levantamento das vantagens estruturais do desenho mecânico desenvolvido para alta performance, carregando suas melhores características para o desenvolvimento de uma prótese que permita agilidade, leveza e conforto para cães com deficiência nas pernas traseiras.

As próteses mecânicas de perna desenvolvidas para atletas representam um avanço significativo na tecnologia e no desempenho esportivo. Diferentemente das próteses convencionais, que priorizam o conforto e a mobilidade básica para atividades cotidianas, essas versões esportivas são projetadas para suportar esforços intensos e oferecer alto desempenho durante treinos e competições. Essas próteses geralmente utilizam materiais leves e resistentes, que proporcionam maior elasticidade e absorção de impacto. Seu design ergonômico é desenvolvido para simular a função biomecânica da perna humana, permitindo melhor resposta durante a corrida, saltos ou outras atividades de alta exigência física.

Figura 6: Análise dos formatos das próteses da marca Ossur



Fonte: PAILLER, D. et al 2004.

O primeiro modelo da direita tem o nome de Flex-Run e está disponível no site oficial da Ossur, a sua lâmina com formato de C foi projetada para atividades de alto impacto como corrida, basquete ou até mesmo atividades com peso, sua fixação também é feita pela parte inferior do soquete (molde que conecta o coto com a prótese) . Diferentemente da Flex-Run, os modelos como a Cheetah (centro) e Flex-Sprint (esquerda) tem um formato predominante de J que é projetado propositalmente para corridas rápidas e curtas, a fixação dos dois moldes é realizada por parafusos que conectam a lâmina com a lateral do soquete.

3.3.1 Materiais utilizados nas próteses

Um estudo de grande relevância consiste em identificar os materiais utilizados na fabricação de próteses, analisando como esses componentes tornam o produto leve e resistente. Como referência, será realizada uma análise sobre os materiais empregados pela marca Össur em próteses esportivas.

O principal componente das lâminas esportivas da Össur é um compósito de fibra de carbono, escolhido por sua elevada resistência e leveza, além da capacidade de armazenar e devolver energia, característica fundamental em próteses de corrida e salto (ÖSSUR, 2023). O design em forma de J das lâminas permite que até 90% da energia acumulada durante a corrida seja devolvida ao atleta. Na fabricação das lâminas (como a *Flex-Foot Cheetah®*), são utilizadas entre 30 e 90 camadas de tecido de fibra de carbono pré-impregnado com resina,

moldadas e curadas em autoclave para garantir a integridade estrutural do material (ÖSSUR, 2023).

3.4 MATERIAIS

Existe no mundo das próteses, uma seleção de material que pode ser utilizado para cada parte da prótese, cada prótese deve ser feita com o tamanho, ajuste, formato e material específico para cada cidadão. A fibra de carbono, por exemplo, é utilizada na grande maioria das próteses, como citado anteriormente nas próteses da Ossur. Entretanto, diferentemente dos humanos, que precisam dividir seu peso corporal em duas pernas, o cachorro pode distribuir o peso igualmente entre quatro patas, o que possibilita materiais mais leves e baratos, como plásticos e resinas.

As próteses para animais são desenvolvidas com uma variedade de materiais, escolhidos de acordo com o tamanho do animal, tipo de amputação, nível de atividade e orçamento disponível.

- Polímeros Termoplásticos (como PLA e PETG): São amplamente usados graças à popularização da impressão 3D. Eles oferecem excelente custo-benefício, são leves e fáceis de moldar de acordo com a anatomia do animal. O PLA é biodegradável e fácil de imprimir, mas menos resistente ao impacto e ao calor. Já o PETG tem maior resistência mecânica e é mais durável. Esses materiais são ideais para próteses de pequeno e médio porte, especialmente em clínicas veterinárias com acesso a tecnologia de impressão 3D.
- Aço Inoxidável: é muito resistente, durável e ideal para próteses internas ou articulações metálicas. Ele suporta grandes cargas e uso contínuo, sendo indicado para animais de grande porte ou casos onde a resistência mecânica é crucial. No entanto, seu custo é mais elevado, e a fabricação demanda equipamentos e mão de obra especializada, o que eleva o investimento necessário.

- Titânio: é um dos materiais mais sofisticados e eficazes na confecção de próteses. Sua principal vantagem é a biocompatibilidade, ou seja, ele não causa rejeição pelo organismo, sendo ideal para implantes permanentes. Além disso, é extremamente leve e resistente à corrosão. Seu custo, no entanto, é elevado, sendo utilizado em casos mais complexos ou em animais que precisam de uma solução definitiva e de longo prazo.
- Alumínio: é outra opção metálica, mais leve que o aço e de custo mais acessível. É resistente à corrosão e fácil de moldar, sendo usado principalmente em próteses externas de animais de porte médio. Apesar de não ser tão durável quanto o aço ou o titânio, oferece uma boa relação entre desempenho e custo, sendo uma escolha frequente em clínicas veterinárias com recursos moderados.
- Silicone Médico: é amplamente utilizado para o revestimento de próteses, especialmente nas áreas em contato com a pele do animal. Sua principal vantagem é o conforto, já que é macio e absorve impacto. Embora não seja um material estrutural (ou seja, não suporta peso), ele é essencial para evitar feridas e melhorar a adaptação do animal à prótese. Seu custo é médio, e seu uso é complementar aos materiais mais rígidos.
- Fibra de Carbono: ou materiais compostos de carbono são utilizados em próteses de alto desempenho, principalmente para animais ativos ou que participam de reabilitação física. A fibra de carbono é extremamente leve, resistente e com excelente capacidade de absorver impactos. No entanto, seu custo é elevado, o que limita seu uso a casos específicos, como próteses esportivas ou de reabilitação avançada.
- Poliuretano: é um material flexível, resistente e versátil, usado principalmente para moldar a base ou o encaixe da prótese no corpo do animal. Ele oferece bom conforto, adaptação e leveza. Embora possa se deformar com o uso intenso, sua durabilidade é aceitável para animais de porte pequeno a médio. O custo é relativamente baixo, tornando-o uma boa opção para próteses intermediárias.
- Materiais Compostos: que combinam plásticos, tecidos e borrachas, são muito usados para criar próteses personalizadas. Eles oferecem um equilíbrio entre leveza, flexibilidade e resistência, sendo ideais para soluções

temporárias ou protótipos. A composição pode ser ajustada conforme o caso, o que garante boa adaptabilidade e ótimo custo-benefício, especialmente em projetos sociais ou acadêmicos.

4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do projeto DogStride, será utilizado tecnologias atuais pensadas na melhor adaptação possível, assim como seu desenho será baseado nos formatos estudados pela fabricante Ossur, para melhor entendimento o trabalho foi constituído por três principais componentes:

- Soquete: tem a função de fornecer o melhor encaixe entre o cão e a prótese.
- Articulação: responsável por imitar os movimentos do joelho e trazer conforto para sentar e deitar.
- Lâmina de apoio: parte que em junção a articulação fornece estrutura e maior naturalidade ao correr e caminhar.

Todas em conjunto são capazes de devolver a mobilidade, naturalidade e conforto para o cão que tenha sofrido o trauma. A prótese representa não apenas tecnologia e engenharia, mas a chance de devolver movimento, liberdade e alegria a um cão .

4.1. SOQUETE

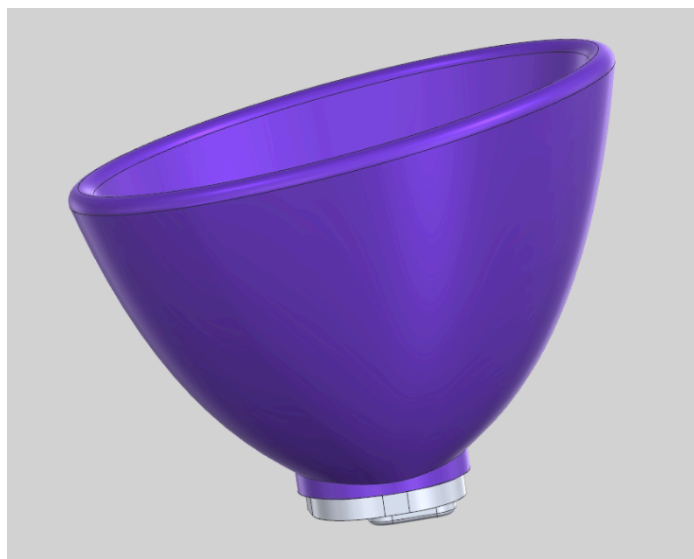
O soquete constitui a parte do protótipo responsável por proporcionar o encaixe adequado entre o coto e a prótese, garantindo conforto e naturalidade no uso. Atualmente, os materiais utilizados variam conforme as necessidades, próteses para animais são confeccionadas com diversos materiais, como polímeros termoplásticos, metais (aço, titânio, alumínio), silicone médico, fibra de carbono, poliuretano e compostos, escolhidos conforme porte do animal, tipo de amputação, uso e custo. Uma vantagem é a possibilidade de personalização, garantindo conforto, leveza e resistência adequados para cada caso. A principal desvantagem está no custo elevado de materiais avançados, como titânio e fibra de carbono, que podem limitar seu uso a situações específicas ou clínicas com maior investimento.

Nos casos em que o coto não apresenta extensão suficiente para envolver apenas a região da coxa, torna-se necessário desenvolver um molde específico que envolva parte do corpo do animal, assegurando estabilidade e firmeza à prótese. Em

casos onde há o coto, será tirado um molde com gesso para que seja possível o encaixe exato da prótese e a parte remanescente, o molde funcionará como base para que seja moldado um silicone que torne confortável o encaixe por dentro do soquete, facilitando a adaptação e retirada de medidas.

Para o projeto DogStride, optou-se pela utilização da tecnologia de impressão 3D, empregando Poliamida (PA), conhecida comercialmente como Nylon, como material base para a fabricação do soquete, o Nylon apresenta alta resistência mecânica, boa durabilidade e capacidade de suportar impactos sem deformar facilmente (Science Direct, 2021). Inicialmente, serão coletadas as medidas precisas do animal, possibilitando o desenvolvimento de um modelo digital no software SolidWorks. Esse modelo fornecerá as informações necessárias para a produção da peça pela impressora 3D. Após a impressão, será parafusado um componente de alumínio que possibilitará que o soquete se prenda à parte articulada. Quando parafusado, haverá um revestimento com resina epóxi, garantindo maior resistência, durabilidade e acabamento estético, além de proporcionar proteção adicional contra desgaste e impactos durante o uso.

Figura 7: Soquete desenhado para os cachorros que possuem o coto.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 ARTICULAÇÃO

A articulação da prótese é responsável por proporcionar o movimento de deslocamento adequado ao cão, garantindo que a lâmina de apoio se encaixe corretamente no soquete, sem restringir a amplitude ou a naturalidade dos movimentos.

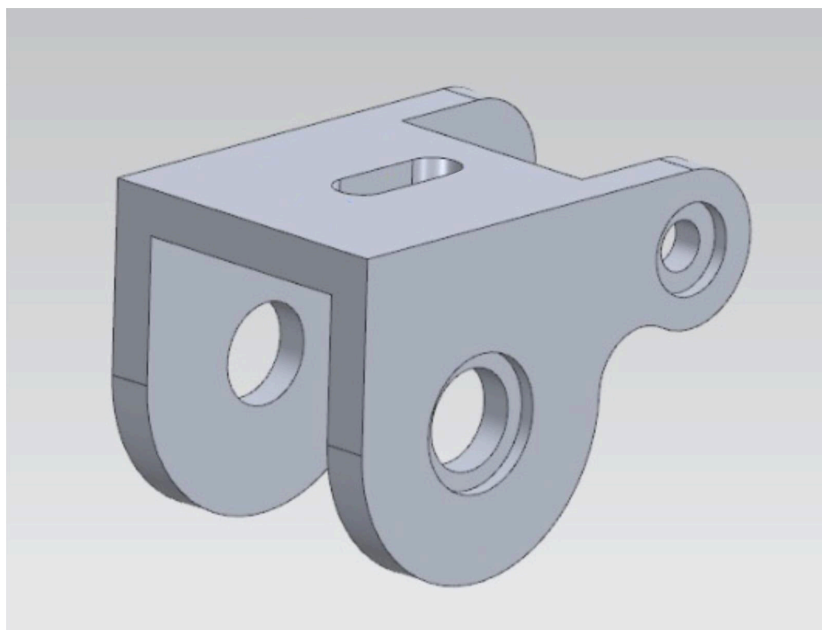
A articulação será fabricada inteiramente de alumínio, por ser um material adequado para a fabricação de próteses mecânicas destinadas a cães, pois combina baixa densidade com resistência mecânica, o que reduz a sobrecarga no coto e garante maior conforto ao animal. Além disso, apresenta elevada durabilidade devido à sua resistência à corrosão e facilidade de usinagem, possibilitando a produção de peças precisas e com boa adaptação ao design da prótese. Outro fator relevante é o custo relativamente acessível em comparação a outros metais de alto desempenho, como o titânio, mantendo uma relação vantajosa entre desempenho e viabilidade econômica (CALLISTER; RETHWISCH, 2016)

Para o início do processo de fabricação, será utilizado um tarugo de formato quadrado. Inicialmente, ocorrerá o faceamento e ao aplainamento das superfícies principais, como uso de uma fresadora CNC ou convencional, com o objetivo de garantir o paralelismo entre as faces e alcançar a espessura final desejada para não causar desconforto no cão. Posteriormente, serão realizadas as operações de fresamento do perfil da peça, bem como o acabamento dos raios internos e externos, garantindo a conformidade geométrica prevista no projeto.

As operações de furação são realizadas para possibilitar a inserção posterior de eixos, contemplando tanto os furos laterais de maior diâmetro quanto o furo lateral de menor dimensão, destinado à fixação de pinos e eixos. Em seguida, o fresamento do rasgo inferior é executado em fresadora CNC, empregando fresa topo com diâmetro compatível, o que assegura a conformação precisa do rasgo oblongo, atendendo às tolerâncias dimensionais e garantindo adequado acabamento superficial. Por fim, o processo de acabamento final envolve a aplicação de chanfros nas bordas, a fim de eliminar arestas cortantes, aliado ao polimento ou escovamento

da superfície, proporcionando maior segurança, durabilidade e qualidade estética à peça.

Figura 8: Articulação



Fonte: Elaborado pelos autores.

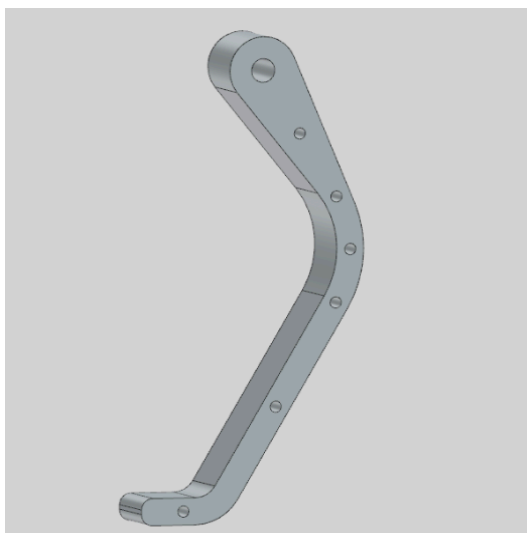
4.3 LÂMINA DE SUPORTE

As chamadas lâminas de suporte são a parte da prótese que têm a função de absorver impactos, armazenar energia durante o contato com o solo e liberar essa energia para auxiliar o movimento de avanço, simulando a função de músculos e tendões naturais. Atualmente, nas próteses existentes, a parte de apoio pode variar de acordo com o porte do cão, tipo de terreno e nível de atividade. Podem ser utilizadas, borrachas, como no caso da cadeira de rodas, EVA que oferece leveza e flexibilidade, TPU que combina resistência e elasticidade; além de silicone ou compostos que aumentam o conforto e reduzem impactos. Esses materiais são escolhidos de acordo com o porte do cão, tipo de terreno e nível de atividade.

No protótipo do Dogstride, a lâmina de apoio também será confeccionada com o auxílio de impressão 3D e utilizará o material poliamida (Nylon) como na parte do soquete. O formato da lâmina ocorrerá de acordo com o estudo desenvolvido nas próteses da Ossur, com um ângulo de inclinação de 35° para melhor desempenho em corridas rápidas e curtas, semelhante ao modelo Cheetah mostrado no capítulo 3.3.

A lâmina irá conter uma espessura de 5mm e uma largura de 35 mm, a parte responsável pelo encaixe na articulação receberá uma espessura maior para que seja possível criar cilindro com o diâmetro necessário de encaixe, juntamente com um furo passante que receberá um eixo de alumínio responsável pela fixação da lâmina de apoio. O comprimento total da lâmina vai variar de acordo com a medida obtida do cão para garantir que fique proporcional ao resto do corpo e para garantir também uma melhor adaptação.

Figura 9: Lâmina de apoio



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4 Protótipo final

Após a fabricação individual de cada componente, a montagem da prótese é realizada de forma simples e precisa. O design das três partes: soquete, articulação e lâmina de apoio, foi projetado para permitir um encaixe perfeito.

O soquete é inicialmente preparado para receber o alumínio, que é fixado por meio de parafusos. Em seguida, a articulação é unida ao soquete através de soldagem, garantindo maior resistência e evitando qualquer desprendimento. Posteriormente, a lâmina de apoio é acoplada ao conjunto, ajustando-se ao diâmetro da articulação. Para assegurar firmeza, são utilizados eixos e parafusos adicionais durante esta etapa.

Por fim, é instalada uma mola responsável por controlar o movimento da articulação, regulando tanto a inclinação quanto a velocidade da lâmina. A fixação da mola é realizada com parafusos auxiliares, que conectam sua estrutura aos furos de menor diâmetro presentes na parte articulada da prótese.

Figura 10: Protótipo final.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.5 TIPO DE PESQUISA

Este projeto adota a abordagem exploratória, utilizando dados para compreender as dificuldades biomecânicas que cães sofrem na adoção de próteses.

O projeto terá caráter quantitativo e qualitativo, coletando os dados necessários para a compreensão da biomecânica canina, sabendo como as próteses auxiliam na locomoção do cão. Utilizaremos também relatos de tutores encontrados na internet para auxiliar na compreensão de como cada cão se comporta possuindo um membro “novo”.

5. CRONOGRAMA

Tabela 2 – Cronograma

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema									
Levantamento de literatura científica									
Introdução									
Tema									
Problema									
Objetivos									
Justificativa									
Estado da Arte									
Fundamentação teórica									
Metodologia									
Cronograma									
Recursos									
Resultados esperados ou parciais									
Referências									
Avaliação do CRC									
Produção do Banner									
27ª Exposchmidt									

6. RECURSOS

Tabela 3 – Recursos

	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Lâmina de apoio em nylon	R\$150,00	1	R\$150,00	Kraquen Impressão 3D	02/09/25
Articulação Alumínio	R\$65,00	1	R\$65,00	JC Usinagem	03/09/25
Soquete	R\$42,00	1	R\$42,00	Kraquen Impressão 3D	03/09/25
Parafuso M5	R\$19,00	4	R\$27,00	Mercado Livre	04/09/25
Resina Epóxi	R\$83,00	1	R\$83,00	Mercado Livre	04/09/25
Valor final: R\$367,00					

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

Com a conclusão deste projeto, espera-se que o protótipo desenvolvido atenda aos objetivos estabelecidos, funcionando de maneira eficaz como uma prótese articulada adaptada ao desenho anatômico canino. A proposta visa proporcionar melhorias expressivas na mobilidade de cães submetidos à amputação, permitindo que realizem movimentos básicos de forma mais estável, natural e com menor sobrecarga física em comparação às soluções atualmente disponíveis no mercado. A expectativa é que a prótese ofereça não apenas suporte locomotor, mas também benefícios relacionados à qualidade de vida, promovendo conforto, redução de dores secundárias e preservação da biomecânica natural do animal.

No que se refere aos custos, estima-se que a prótese possa ser produzida a um valor médio de R\$400,00, incluindo etapas como a impressão do modelo, medições individualizadas, acabamentos e entrega ao tutor. Para isso, será disponibilizado um acompanhamento de 2 meses, que receberá a responsabilidade de indicar e orientar o processo de adaptação, realizar ajustes ou manutenções necessárias, reforçando o compromisso com a eficácia e a durabilidade do dispositivo.

REFERÊNCIAS

ABDELRAHMAN, Hany; LI, Wenfeng; RIZWAN, Muhammad; ZHANG, Yuxi. ***Recent advances in additive manufacturing of biomaterials. Materials Today: Proceedings***, v. 26, p. 261–271, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.546>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320370413>. Acesso em: 8 ago. 2025.

BRUEHMUELLER, Ellen. ***À margem das estatísticas: o problema do abandono de animais e o risco nas estradas***. Monatran – Movimento Nacional de Educação no Trânsito, 27 mar. 2024. Disponível em:

<https://www.monatran.org.br/noticia/a-margem-das-estatisticas-o-problema-do-abandono-de-animais-e-o-risco-nas-estradas>. Acesso em: 4 ago. 2025.

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. ***Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução***. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

FEBRACE. ***Próteses para animais amputados – Projeto NAKI-O***. Virtual

FEBRACE, 2023. Disponível em: <https://virtual.febrace.org.br/2023/AGR/2984/>.

Acesso em: 9 ago. 2025.

GOÍIS, Millena. ***Próteses para animais amputados: tudo sobre a tecnologia que transforma!***. Blog da Fisio Care Pet, 07 fev. 2025. Atualizado em 06 fev. 2025.

Disponível em: <https://fisiocarepet.com.br/proteses-para-animais-amputados/>.

Acesso em: 12 ago. 2025.

HOCIKO, A. P.; GOMES, C. R. A.; MATUTI, G. da S.; WANG, R. C. M.; KUWAE, L. ***M. Reabilitação e qualidade de vida em amputação unilateral de membro inferior***. Acta Fisiátrica, São Paulo, v. 31, n. Supl. 1, p. S78, 30 abr. 2024. DOI:

<https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v31iSupl.1a225107>. Disponível em:

<https://revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/225107>. Acesso em: 12 ago. 2025.

IED BRASIL. **Projeto Naki-O. IED Brasil – Instituto Europeu de Design.**

Disponível em: <https://ied.edu.br/projectos/naki-o>. Acesso em: 16 ago. 2025.

KOLATA, R. J.; JOHNSTON, D. E. Motor vehicle accidents in urban dogs: a study of 600 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 167, n. 10, p. 938-941, 1975.

NATALI, Claudio; et al. **Prosthetic rehabilitation in dogs after limb amputation: case series. Veterinary Sciences**, v. 8, n. 11, p. 248, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.3390/vetsci8110248>. Disponível em:

<https://europepmc.org/article/PMC/PMC8654758>. Acesso em: 16 ago. 2025.

PAILLER, D. et al. Evolution des prothèses des sprinters amputés de membre inférieur = Evolution in prostheses for sprinters with lower-limb amputation. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, v. 47, p. 374-381, 2004.

PROTETICS. **Próteses de corrida: superando limites e alcançando novos horizontes**. Protetics, 3 jul. 2024. Disponível em:

<https://www.protetics.com.br/proteses-de-corrida-superando-limites-e-alcancando-nos-horizontes>. Acesso em: 17 ago. 2025.

REVISTA ENCONTRO. **Animais deficientes recuperam mobilidade graças a próteses e órteses**. Revista Encontro, 24 set. 2018. Disponível em:

<https://www.revistaencontro.com.br/canal/revista/2018/09/animais-deficientes-recuperam-mobilidade-gracas-a-proteses-e-orteses.html>. Acesso em: 20 ago. 2025.

TAYLOR, Sarah; PEARCE, Steve. **A retrospective study on external canine limb prosthesis used in 24 patients**. Veterinary Evidence, v. 3, n. 1, p. 1–10, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.18849/ve.v3i1.123>. Disponível em:

<https://www.ivis.org/library/veterinary-evidence/veterinary-evidence-vol-3-n%C2%B01-mar-2018/retrospective-study-on-external-canine-limb-prosthesis-used-24-patients>.

Acesso em: 1 set. 2025.

