



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**Diretrizes para o Design de Dispositivo para Animais com Problemas
de Locomoção com uso da Prototipagem Rápida**

Paula Lumi Goulart Nishimura

Bauru
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Paula Lumi Goulart Nishimura

Diretrizes para o Design de Dispositivo para Animais com Problemas de Locomoção com uso da Prototipagem Rápida

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP – Campus de Bauru, como parte dos requisitos para obtenção ao título de Mestre em Design, sob orientação do Prof. Dr. Galdenoro Botura Junior e coorientação do Prof. Dr. Osmar Vicente Rodrigues.

Bauru
2018

Nishimura, Paula Lumi Goulart.

Diretrizes para o Design de Dispositivo para Animais com Problemas de Locomoção com uso da Prototipagem Rápida / Paula Lumi Goulart Nishimura, 2018

128 f. : il.

Orientador: Galdenoro Botura Junior

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2018.

1. Cadeira de rodas. 2. Cães paraplégicos. 3. Paraparesia animal. 4. Impressão 3D. 5. Inovação. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE PAULA LUMI GOULART NISHIMURA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

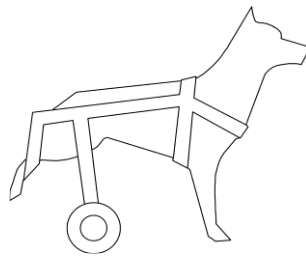
Aos 27 dias do mês de março do ano de 2018, às 14:00 horas, no(a) Auditório da Secretaria de Pós-Graduação/FAAC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. GALDENORO BOTURA JUNIOR - Orientador(a) do(a) Departamento Engenharia de Controle e Automação / Campus Experimental da Unesp/Sorocaba, Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, Prof. Dr. WAGNER LUIS FERREIRA do(a) Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/Unesp, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de PAULA LUMI GOULART NISHIMURA, intitulada **DIRETRIZES PARA O DESIGN DE DISPOSITIVO PARA ANIMAIS COM PROBLEMAS DE LOCOMOÇÃO COM USO DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovado . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. GALDENORO BOTURA JUNIOR


Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA


Prof. Dr. WAGNER LUIS FERREIRA

DEDICATÓRIA



Dedico este trabalho à Mocha (in memorian), que em sua breve passagem pela Terra nos proporcionou muitas alegrias e aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Ao Marco, pelo amor, companheirismo e por me incentivar diariamente a me tornar uma pessoa melhor. Aos meus pais Hiroshi e Nadir, pelo amor incondicional, por me ensinarem o caminho da verdade e por colocarem a minha educação e da minha irmã como prioridade. À minha irmã, Renata, por estar sempre ao meu lado, sobretudo nos momentos de maior dificuldade. Ao Tales Cordeiro, Lucas Oliveira e à Samanta Teixeira por separarem um tempo de suas rotinas atribuladas para me ajudarem neste projeto. À Rosane, por ser minha segunda mãe e sempre estar à disposição. Aos meus familiares, amigos e colegas que colaboraram diretamente para esta pesquisa, principalmente ao Isaac, Alice, D. Herminda, Kick, Letícia, Vinícius, Fátima, Cal, Susan, Patrícia, Regiane e Carmem. Aos tutores dos animais cadeirantes, que compartilharam informações comigo através do questionário. Ao meu orientador, Prof. Dr. Galdenoro Botura Junior, por ter abraçado a ideia deste projeto, pelo incentivo, compreensão e ensinamentos. Ao Prof. Dr. Osmar Vicente Rodrigues, pela coorientação e por me conduzir na área acadêmica desde a graduação. Aos Professores Drs. Fausto Orsi Medola, João Eduardo Guarnetti dos Santos e Wagner Luis Ferreira pelas contribuições no projeto e participações na banca. Aos professores do programa de pós-graduação em Design da UNESP por compartilharem seus conhecimentos. A todos os funcionários da Seção de Pós-Graduação da FAAC. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento desta pesquisa. E a todos que indiretamente colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

“A compaixão para com os animais é das mais nobres virtudes da natureza humana.”

Charles Darwin

RESUMO

Muitas das cadeiras de rodas utilizadas por animais domésticos com problemas locomotores são feitas a partir de materiais improvisados, como canos, rodinhas de brinquedos e diversos materiais reciclados, devido, sobretudo, aos seus baixos custos. Porém, esses aparelhos improvisados podem ter desempenho comprometido e não atenderem às necessidades do animal, até mesmo causarem lesões por não serem devidamente adaptados. Uma das finalidades do Design é solucionar problemas de projeto, como também otimizar o produto e o seu processo de produção, podendo, dessa forma, auxiliar no desenvolvimento de equipamentos para cães com problemas locomotores, cuja área ainda carece de estudos. O objetivo da presente pesquisa foi propor as diretrizes necessárias para a construção de cadeiras de rodas eficientes para cães com problemas de locomoção nos membros pélvicos a partir de tecnologias de Prototipagem Rápida, as quais proporcionam a obtenção de peças com exatidão geométrica ou discrepância desprezível, assegurando maior conforto e melhor funcionalidade, com menores tempo de produção e custos. Esta pesquisa foi dividida em duas fases: (i) pesquisa teórica bibliográfica e (ii) pesquisa prática experimental. Na teórica, foram feitas revisões bibliográficas a respeito dos problemas locomotores em cães e sobre as tecnologias de Prototipagem Rápida, suas aplicações e estado da arte. Já na fase experimental, uma metodologia projetual adaptada de Munari (1981) foi utilizada para confecção e análise de aparelhos existentes, os quais contribuíram para a proposta de um modelo que suprisse as necessidades dos modelos analisados. A cadeira de rodas projetada, embora tenha atendido às principais expectativas, necessitou de alguns ajustes e alterações estruturais, podendo ser considerada um primeiro passo para o desenvolvimento de modelos futuros. Em vista disso, através das informações obtidas na produção desse aparelho, como também os dados coletados a partir dos outros testes e análises, foi possível elencar as diretrizes fundamentais para a produção de cadeiras de rodas eficientes, com peças impressas em 3D, para cães com problemas locomotores nos membros pélvicos.

Palavras-chave: Cadeira de rodas; Cães paraplégicos; Paraparesia animal; Impressão 3D; Inovação.

ABSTRACT

Many wheelchairs used by domestic animals with locomotion problems are made from improvised materials such as pipes, toy wheels and many recycled materials, due to their low costs. However, these improvised devices can compromise performance and may not attend the needs of the animal, even causing injuries for not being properly adapted. One of Design's purposes is to solve problems within projects, as well as to optimize the product and its production process, and, in this way, to aid in the development of this kind of equipment for dogs with locomotive problems, whose area is still lacking in studies. The present research objective was to propose the necessary guidelines for the construction of efficient wheelchairs for dogs with locomotion problems in the pelvic area using Rapid Prototyping technologies, which provide pieces with geometric accuracy or negligible discrepancy, ensuring greater comfort and better functionality to the dog, with shorter production time and lower costs. This research was divided into two phases: (i) theoretical bibliographic research and (ii) experimental practical research. In the theoretical phase, bibliographical reviews were made regarding the locomotion problems in dogs and about Rapid Prototyping technologies, their applications, and state of the art. In the experimental phase, a design methodology adapted from Munari (1981) was used for the confection and analysis of existing devices, which contributed to the proposal of a model that would attend the needs of the models analyzed. The designed wheelchair, although had met the main expectations, required some adjustments and structural changes, and could be considered a first step for the development of future models. Consequently, through the information obtained in the production of this device, as well as the data collected from the other tests and analyzes, it was possible to list the fundamental guidelines for the production of efficient wheelchairs with 3D printed parts for dogs with locomotion problems in the pelvic area.

Keywords: Wheelchair; Paraplegic Dogs; Animal paraparesis; 3D printing; Innovation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos virtuais e tucano com prótese implantada.....	27
Figura 2. Pato Blu com seu bico obtido por meio de tecnologia de PR.	28
Figura 3. Lagarto Hiss Majesty e protótipos impressos.	28
Figura 4. Duke e sua prótese.....	29
Figura 5. Gato Sonic e o protótipo de sua prótese.....	30
Figura 6. O cão Jack e sua prótese.	30
Figura 7. Equipe médica, implante e tomografia do gato Cyrano.....	31
Figura 8. Etapas do método proposto por Munari (1981).....	34
Figura 9. Método adaptado de Munari (1981).....	35
Figura 10. Protótipo de cadeira de rodas grande.	36
Figura 11. Cadeira nos modos "em pé" e "em repouso".	37
Figura 12. A- Exoesqueleto de Bryant et al. (2016) e B - Protótipo com fibra de vidro de Aguiar et al. (2014).....	37
Figura 13. A: CN104473735 (A); B: US4375203(A); C: US4821676 (A).	40
Figura 14. A: US 2004/0231613 (A1); B: US 20090101084 (A1); C: US 2017/0027676 (A1)...	40
Figura 15. A: JP2005312370 (A); B: JP 2008035708 (B2).....	41
Figura 16. A: JP2005229947 (A); B: US3215117 (A).....	41
Figura 17. Modelos da empresa Handicapped Pets.	42
Figura 18. Modelos VetCar.....	43
Figura 19. Modelos VidaSobreRodas.	43
Figura 20. Modelos Dog Locomotion.	44
Figura 21. Cadeira "Amigo".	45
Figura 22. Derby Portanova.....	45
Figura 23. Primeira cadeira de rodas confeccionada para o cão TurboRoo.....	46
Figura 24. Segundo modelo para o cão TurboRoo.	46
Figura 25. Cão Bubbles.	47
Figura 26. Cadeira de rodas "Branco".	48
Figura 27. Gato Tiny Tim e sua cadeira de rodas.	48
Figura 28. Espécie do animal cadeirante.	50
Figura 29. Idade do animal cadeirante.....	50
Figura 30. Causas do problema de locomoção.....	51
Figura 31. Tempo que o animal levou para se habituar à cadeira de rodas.	51
Figura 32. Valor pago pela cadeira de rodas.	52
Figura 33. Opinião do tutor sobre o valor pago.....	52
Figura 34. Realização de ajustes nas cadeiras de rodas prontas.	53
Figura 35. Tutorial para medição de cães.....	55
Figura 36. Tutorial para a confecção de cadeiras de rodas com PVC.....	56
Figura 37. Conexões de PVC.	57
Figura 38. A: Corte com serra manual; B: Peças cortadas conforme as medidas.....	57
Figura 39. Aplicação de cola no cano lixado para fixação.....	58
Figura 40. Rodas utilizadas na confecção das cadeiras.	58
Figura 41. A: Guias de coleira utilizadas para o suporte do animal na cadeira; B: Costura das guias.	59
Figura 42. A: Confeção de suportes para o dorso dos cães. B: Costura dos suportes.	59
Figura 43. Cadeira de rodas feita com PVC finalizada.....	60
Figura 44. Cães 1, 3 e 2, respectivamente, utilizando as cadeiras de PVC.	62
Figura 45. Comprimentos das barras laterais em modelos do mercado, limitados pela cor vermelha.	62
Figura 46. Cão 4 utilizando a cadeira com barra lateral mais curta e suporte para os membros pélvicos.	63

Figura 47. Modelo 1 - Silla de ruedas para perro (Dog Wheelchair).....	64
Figura 48. Arquivo “Silla de Ruedas” em 3D.....	65
Figura 49. Arquivo “Silla de Ruedas” sendo preparado para impressão.	65
Figura 50. Remoção do suporte com estilete e alicate.....	66
Figura 51. Peças prontas.....	66
Figura 52. Tubos de alumínio para a montagem do Modelo 1.	67
Figura 53. Modelo 1 finalizado.....	68
Figura 54. Cão 1 utilizando o Modelo 1.	69
Figura 55. Modelo 2 - Figo Rear Support Pet Wheelchair.	70
Figura 56. Arquivo "Figo" em 3D.....	70
Figura 57. Arquivo "Figo" sendo preparado para impressão.	71
Figura 58. Peças da cadeira "Figo" prontas.....	71
Figura 59. Correção das medidas excedentes.....	72
Figura 60. Modelo 2 finalizado.....	73
Figura 61. Cão utilizando o Modelo 2.	74
Figura 62. Modelo 3 - Adjustable Wheelchair for Dog (Branco Project).	75
Figura 63. Arquivo “Branco” em 3D.	75
Figura 64. Arquivo "Branco" sendo preparado para impressão.....	76
Figura 65. Modelo 3 finalizado.....	77
Figura 66. Cão 4 utilizando o Modelo 3.	78
Figura 67. Sketches.....	79
Figura 68. <i>Sketch 2</i> aplicado em um cão.....	81
Figura 69. Estudo de possíveis peças do Sketch 2.....	81
Figura 70. Mock-ups do Sketch 2	82
Figura 71. Modelagem de algumas peças do Sketch 2.....	83
Figura 72. Arquivos prontos para a impressão.....	83
Figura 73. Uso de chave inglesa e alicate na montagem.....	84
Figura 74. Cadeira baseada no Sketch 2 finalizada.....	84
Figura 75. Cão 4 utilizando a cadeira projetada nesta pesquisa.....	85
Figura 76. Dimensões necessárias para a confecção de uma cadeira de rodas para cães.	95
Figura 77. Modelo desenvolvido atualizado.	96
Figura 78. Barras de aço inox e nylon.	97
Figura 79. Entrevista com a presidente da ONG Naturae Vitae.	110
Figura 80. Entrevista com a presidente da AUG.	111
Figura 81. Modelo de cadeira de rodas confeccionado por corte a laser (GrabCAD).....	121
Figura 82. Arquivo open source para corte a laser.	122
Figura 83. Corte das estruturas da cadeira por meio do laser.....	122
Figura 84. Corte da barra zincada roscada.....	123
Figura 85. Montagem da cadeira	123
Figura 86. Parafusos com porcas autotravantes e arruelas para fixação das laterais.....	124
Figura 87. Cadeira de rodas de acrílico montada.	125
Figura 88. Teste da cadeira no cão 2.	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Medidas dos cães participantes do Estudo de Caso.	55
Tabela 2. Materiais e custos das cadeiras de PVC.	60
Tabela 3. Materiais e custos do Modelo 1.	68
Tabela 4. Materiais e custos do modelo 2.	73
Tabela 5. Materiais e custos do modelo 3.	77
Tabela 6. Materiais e custos do modelo projetado.	85
Tabela 7. Comparação dos modelos construídos na pesquisa.	87
Tabela 8. Diretrizes necessárias na construção de cadeiras com peças impressas em 3D.	92
Tabela 9. Resultados obtidos na base Patentscope.	112
Tabela 10. Resultados obtidos na base USPTO.	113
Tabela 11. Resultados obtidos na base Espacenet.	114
Tabela 12. Materiais e custos do modelo de acrílico.	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D: *Three Dimensional* (Três Dimensões)

ABS: Acrilonitrila Butadieno Estireno

CAD: *Computer Aided Design* (Design Auxiliado por Computador)

EVA: Espuma Vinílica Acetinada

FDM: *Fused Deposition Modeling* (Modelagem por Fusão e Deposição)

INPI: Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Open source: Código aberto (uso livre)

PDP: Processo de Desenvolvimento de Produto

PLA: Poli(ácido láctico)

PR: Prototipagem Rápida

PVC: poli (cloreto de vinila)

SLS: *Selective Laser Sintering* (Sinterização Seletiva a laser)

STL: Formato padrão para Prototipagem Rápida

USPTO: *United States Patent and Trademark Office*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
1.2. OBJETIVOS	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. PROBLEMAS LOCOMOTORES EM CÃES.....	19
2.2. PROTOTIPAGEM RÁPIDA	22
2.3. PROTOTIPAGEM RÁPIDA E SAÚDE.....	24
2.4. PROTOTIPAGEM RÁPIDA E MEDICINA VETERINÁRIA	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1. COLETA DE DADOS (CD)	36
3.2. BANCOS DE PATENTES	38
3.3. OUTROS MODELOS DE CADEIRAS DE RODAS	42
3.4. ENTREVISTAS COM TUTORES DE ANIMAIS CADEIRANTES	49
3.5. ESTUDO DE CASO	54
3.5.1. Cadeiras de PVC	56
3.5.2. Cadeiras com tecnologias de Prototipagem Rápida	63
3.6. CRIATIVIDADE (C).....	79
3.7. MATERIAIS E TECNOLOGIA.....	80
3.8. EXPERIMENTAÇÃO (E).....	80
3.9. MODELO (M) – MODELAGEM VIRTUAL E IMPRESSÃO 3D	82
3.10. VERIFICAÇÃO - TESTES COM O MODELO.....	85
4. DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DA CADEIRA DE RODAS	89
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
BIBLIOGRAFIA	101
APÊNDICE A	110
APÊNDICE B	112
APÊNDICE C	113
APÊNDICE D	114
APÊNDICE E	115
APÊNDICE F	121
ANEXO 1	127

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil apresenta a quarta maior população de animais de estimação do mundo (IBGE, 2013). De acordo com essa mesma pesquisa, quase metade das residências brasileiras têm um cão de estimação, e uma em cada cinco possui um gato. Devido a isso, o mercado pet cresce e sua projeção econômica é positiva nos mais diversos setores, que se expandem das mais variadas formas. Hoje, é possível encontrar desde procedimentos estéticos até massagens, acupuntura, tratamentos de saúde avançados, inclusive convênios de saúde para animais (G1, 2015).

A relação entre humanos e cães é forte e subsiste há anos; porém, alguns desses animais acabam se tornando mais dependentes de seus tutores do que outros devido a problemas de saúde, como deficiências locomotoras (AGUIAR et al., 2014). Os cães costumam ser os animais domésticos mais acometidos por paralisias e paresias. No estudo de Diniz-Gama (2007), que avaliou o uso de cadeiras de rodas em animais com paresias e paralisias através da análise de 1250 de fichas de pacientes, foi constatado que 96,2% correspondiam aos cães enquanto apenas 3,8% eram correspondentes aos gatos. E segundo Wenkel (2001), os membros pélvicos são, aproximadamente, duas vezes mais expostos a lesões do que os torácicos.

Alguns tipos de fraturas e lesões de origem traumática podem ser temporários e conseguem ser tratados com fisioterapia e medicação, e ocasionalmente a cadeira de rodas é utilizada para facilitar a mobilidade de maneira provisória e contribuir com a reabilitação (PANCOTTO, 2015). Porém, existem afecções graves, como a Cinomose, Mielopatia Degenerativa e a Doença do Disco Intervertebral, entre outras, que podem causar paresia ou paralisia permanente.

Conforme Andrade et al. (2012), as lesões que causam distúrbios locomotores são diagnosticadas através de consultas com veterinários, exames laboratoriais, ultrassonografias, radiografias, dentre outros procedimentos, que avaliarão a gravidade das mesmas e o melhor tratamento a ser adotado pelo profissional responsável. Em alguns casos, uma cadeira de rodas devidamente projetada pode auxiliar na mobilidade do cão com problemas de locomoção e proporcionar-lhe uma vida mais confortável (ANIMAL WELLNESS, 2016).

Atualmente, existem poucos estudos acadêmicos envolvendo cadeiras de rodas para animais. No entanto, em compensação, existem diversos modelos à venda, assim como tutoriais disponíveis na internet para a produção de equipamentos de baixo custo, fazendo uso de materiais improvisados, como tubos, partes de brinquedos e diversos materiais reciclados, os quais podem não atender às necessidades do animal, possuir baixo desempenho, e até mesmo causar lesões por não serem devidamente adaptados.

Assim como para os seres humanos, os recursos tecnológicos estão cada vez mais avançados e acabam sendo utilizados para amparar e melhorar o bem-estar dos animais. De acordo com Furquim (2016), inovar na saúde é preciso, porém é importante buscar por soluções que reduzam custos e democratizar o acesso a esses tipos de tecnologias.

Por estar ligado a diversas áreas do conhecimento, o Design é multidisciplinar, sendo um meio de agregar valor e funcionalidade aos produtos e serviços. Dentro de um processo produtivo, o Design propicia o surgimento de inovações tecnológicas em grupos interdisciplinares, colaborando para o desenvolvimento de produtos e sistemas mais completos, abrangentes e que facilitem o dia a dia dos usuários, amenizando, dessa forma, problemas (PEREIRA, 2015).

O designer sabe que para identificar os reais problemas e solucioná-los de maneira mais efetiva, é preciso abordá-los sob diversas perspectivas e ângulos. Assim, prioriza o trabalho colaborativo entre equipes multidisciplinares, que trazem olhares diversificados e oferecem interpretações variadas sobre a questão e, assim, soluções inovadoras (VIANNA et al., 2012, p.13).

O desenhista industrial (hoje, designer) é responsável por melhorar as características funcionais dos produtos. Além de projetar objetos com um propósito, o designer lhes fornece qualidades estéticas (BONSIEPE, 1978). Pode-se considerar o Design como um diferencial no Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP), principalmente por colaborar com a diminuição dos custos e tempo de produção, desenvolver estudos de materiais e otimizar sua funcionalidade.

Com o intuito de otimizar o processo de produção de um produto, o designer faz uso de ferramentas associadas à inovação, como a Prototipagem Rápida (PR), que permite a produção de peças com exatidão geométrica, inclusive com encaixes, e pode gerar economia de insumo e energia, bem como fornecer peças completas e já prontas para o uso (VOLPATO, 2007). Embora seja mais utilizada no ramo projetual e industrial, a PR pode ser empregada em outros setores, inclusive na saúde, como apontado por Volpato (2007).

Partindo-se da hipótese de que o Design, inovação e as tecnologias de Prototipagem Rápida podem auxiliar na produção de cadeiras de rodas para cães com problemas locomotores, por meio da solução de problemas de projeto, otimização do Processo de Desenvolvimento e da criação de modelos eficientes e personalizados, o presente estudo propõe listar as diretrizes necessárias para a elaboração desses equipamentos para animais com problemas de locomoção na região pélvica com melhor funcionalidade e que, consequentemente, oferecerão melhor qualidade de vida a eles.

1.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa foi elencar as diretrizes necessárias para a construção de cadeiras de rodas eficientes para cães com problemas locomotores nos membros pélvicos, a partir de peças impressas em 3D, promovendo uma discussão sobre como o Design e as tecnologias de Prototipagem Rápida podem auxiliar no desenvolvimento desses aparelhos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, podem ser elencados:

- pesquisar o estado da arte das cadeiras de rodas para cães;
- confirmar que as tecnologias de Prototipagem Rápida também podem ser aplicadas na área da saúde, além dos ramos projetual e industrial;
- estudar os métodos e testar a viabilidade da produção de cadeiras de rodas para animais baseadas em tutoriais da internet;
- comprovar que o Design pode ser utilizado como ferramenta de inovação em projetos interdisciplinares;
- conferir credibilidade acadêmica à pesquisa de cadeiras de rodas para animais, incentivando futuros estudos nessa área, visto que muitos modelos são disponibilizados na internet sem seguirem metodologias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PROBLEMAS LOCOMOTORES EM CÃES

Conforme Silva (2006), a locomoção é o processo pelo qual o animal se move de uma posição geográfica para outra, e a marcha normal constitui o movimento para frente com eficiência, com um mínimo gasto de energia durante esta atividade, sem a presença de incômodo/dor para o animal também, sendo que qualquer desvio deste mínimo pode ser considerado um padrão anormal de marcha.

A marcha canina normal ou funcional ocorre quando a pata de um dos lados do membro torácico realiza os mesmos movimentos que a pata homolateral dos membros pélvicos ou em diagonal quando a pata do membro torácico executa o mesmo movimento que a pata contra lateral do membro pélvico, havendo um equilíbrio adequado das forças (SILVA, 2006, p.27).

Ainda segundo o autor,

Qualquer desvio deste mínimo poderá ser denominado um padrão anormal de marcha, pois um aumento no deslocamento do centro de gravidade do corpo requer um gasto energético aumentado, criando uma demanda metabólica aumentada, resultando na diminuição da eficiência durante a locomoção e aumento da fadiga (GROSS, 2000, apud SILVA, 2006, p. 25).

Alguns fatores importantes, como a dor, fraqueza muscular e amplitude anormal do movimento, podem afetar a marcha do cão (SILVA, 2006) e, conseqüentemente, sua locomoção. Embora imprecisas, a observação da marcha do animal e sua análise são ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar o diagnóstico e até mesmo o monitoramento da progressão do quadro clínico (WINGFIELD et al., 1993).

Existem denominações corretas para a perda grave e leve de movimentos. De acordo com o DeCS (Descritores em Ciência da Saúde), a paralisia é um termo geral normalmente usado para descrever a perda grave ou completa da força muscular. É uma perda grave de funções motoras se comparada com a paresia, de grau leve a moderado de fraqueza muscular. A paraplegia é um tipo de paralisia nas extremidades inferiores (em humanos, e na região pélvica nos animais) e porções inferiores do tronco, enquanto a paresia bilateral dessa mesma região é denominada paraparesia.

Um animal pode apresentar deficiências locomotoras pelas mais diversas razões, da mesma forma que existem inúmeras maneiras para auxiliá-lo em sua recuperação (ANIMAL WELLNESS, 2016). Segundo Aguiar et al. (2014), a deficiência motora pode ser consequência de fatores traumáticos, fisiológicos ou genéticos.

De acordo com Andrade et al. (2012), traumas, como fraturas, rompimento de ligamentos e luxações podem causar distúrbios locomotores nos animais; assim como hérnias de disco; osteocondrites; neoplasias, como osteossarcomas; artroses; lesões de meniscos;

necrose asséptica da cabeça do fêmur e inúmeras outras patologias ligadas à idade, porte e raça (genética) do animal. Algumas raças possuem maior inclinação para desenvolverem problemas na coluna, sobretudo em animais com idade mais avançada, que podem causar dificuldades de locomoção; como os cães da raça Dachshund, que têm corpos longos. (PEREZ, 2017).

Algumas afecções, sejam elas hereditárias ou adquiridas, também interferem na mobilidade do animal. A Leishmaniose visceral, doença infecciosa, de evolução aguda ou crônica, é capaz de causar problemas locomotores nos cães (SILVA, 2007). Outra doença infecciosa, considerada grave e altamente contagiosa é a Cinomose, que possui elevado índice de mortalidade e é geradora de diversos transtornos, incluindo ataxias e paresias (AZEVEDO, E., 2013, TUDURY et al., 1997). Além da Leishmaniose visceral e da Cinomose, outro exemplo de doença, nesse caso hereditária, que pode causar distúrbios locomotores, principalmente em cães de grande e médio porte, é a displasia coxofemoral, uma alteração do desenvolvimento que afeta a cabeça e colo femoral, e o acetábulo, e possui como sintomas como claudicação e paresia voluntária (ROCHA et al., 2008).

Muitos dos problemas relacionados à dificuldade de locomoção estão ligados à medula espinhal, de onde saem e entram ramos de vários nervos que se distribuem pelo corpo inteiro e que são muito sensíveis a lesões e pressão; caso ela seja ferida ou tenha propensão à má formação, o animal pode vir a ter distúrbios locomotores (ANIMAL WELLNESS, 2016). O estudo de Diniz-Gama (2007), que tinha como objetivo avaliar o uso de cadeiras de rodas em animais com paresias e paralisias através da análise de fichas de 1250 pacientes, apontou que as afecções que mais causaram paralisias nos cães foram as medulares (30,97% dos casos) e de disco intervertebral (24,93% dos pacientes analisados).

Conforme Arias et al. (2007), as lesões da medula espinhal podem ter origem endógena, decorrente de extrusão ou protrusão de disco intervertebral, fraturas patológicas, anormalidades congênitas e instabilidade; ou de fatores exógenos, como acidentes automobilísticos ou lesões por armas, quedas e objetos, por exemplo. A Doença do Disco Intervertebral é uma das causas mais comuns de alterações neurológicas em cães (ANDRADES, 2017). Na Doença do Disco Intervertebral, uma síndrome neurológica de compressão ou lesão da medula espinhal, ocorre a degeneração do disco intervertebral devido ao deslocamento do disco ou partes do mesmo para o canal vertebral (ZANG, 2012).

Além das afecções citadas ao longo do presente capítulo, a Mielopatia Degenerativa também pode causar ataxia, paresias e paralisias. É uma doença lentamente progressiva, de causa desconhecida, com prognóstico desanimador para a cura, que acomete animais de grande porte (como Pastor Alemão ou raças cruzadas), e envolve *a priori* os tratos longos da medula espinhal toracolombar. (DINIZ-GAMA, 2007).

Por muito tempo, diversos tipos de enfermidades em cães e gatos foram considerados incuráveis, como as paresias e paralisias decorrentes de enfermidades neurológicas, e, ainda, somavam-se as escaras que surgiam devido ao atrito do corpo do animal com o solo, como também problemas de higiene, em virtude de fezes e urina, fazendo-se da eutanásia uma solução mais fácil (DINIZ-GAMA, op. cit.).

Apesar de um prognóstico promissor com o tratamento da Acupuntura, a situação do animal frente à família era tida como insustentável e os argumentos apresentados, mostrando os resultados favoráveis, não eram convincentes para que se mantivesse o animal vivo (DINIZ-GAMA, op. cit., p. 1).

Além disso, problemas locomotores podem também levar ao abandono e acarretar dificuldades de adoção. Conforme as Ongs Naturae Vitae (Bauru/SP) e Adote um Gatinho (São Paulo/SP), animais deficientes são os menos procurados para a adoção. De acordo com Fátima Schroeder e Susan Yamamoto, presidentes das Ongs Naturae Vitae e Adote um Gatinho, respectivamente, existem preferências na hora da adoção, seja por cor, idade, raça e porte, por exemplo. E ainda, segundo as entrevistadas, animais com problemas de saúde mais graves, como doenças crônicas, que necessitam fazer uso de medicação constante ou tratamento, com algum problema físico, ou que requerem muitos cuidados, enfrentam mais dificuldades para serem adotados. Como esses animais necessitam de mais cuidados, sua criação acaba sendo um pouco mais complicada aos seus tutores, devido à sua dependência, higiene especial, cuidados com as lesões e com os ferimentos, que surgem devido ao contato da pele com o solo (Apêndice A).

Segundo *Animal Wellness* (op. cit.), além da dependência, um cão incapaz de andar pode sentir dores, desconforto, ter problemas de equilíbrio e até mesmo tornar-se deprimido. Ainda pode sofrer de ganho de peso, fraqueza e até desenvolver atrofia muscular devido à falta de exercícios, tornando-o cada vez mais imóvel. Assim sendo, a cadeira de rodas pode proporcionar mais autonomia e qualidade de vida a esses animais (AGUIAR et al., 2014), e seu uso será indicado por veterinários, após o entendimento da patologia (ANDRADE et al, op. cit.). Esses profissionais verificarão a necessidade de uso da cadeira de rodas pelo animal, e se será de maneira permanente ou provisória (PANCOTTO, 2015). Algumas lesões de origem traumática podem ser solucionadas com fisioterapia, medicação e cirurgias corretivas, dispensando o uso permanente do aparelho.

No trabalho de Bauer (1992), foi analisada a qualidade de vida de cães paraplégicos, e seus tutores avaliaram que, mesmos nessas condições, não possuíam qualidade de vida ruim, e que o uso da cadeira de rodas foi um fator que influenciou nos resultados, já que esses tipos de equipamento proporcionam maior independência aos animais (apud ANDRADES, 2017).

Um cão cadeirante pode ter uma vida completamente normal, tendo como únicas limitações sua força e energia. A cadeira de rodas proporciona independência a esses animais,

permitindo que muitos deles pulem sobre obstáculos e até nadem (*ANIMAL WELLNESS*, op. cit.). Essas cadeiras de rodas podem ser compradas e encomendadas com empresas especializadas, que projetam cada aparelho para atender à determinada necessidade, porém também existem tutoriais disponíveis na internet para quem deseja confeccionar um modelo com um custo reduzido, em casa, com materiais como tubos e conexões de PVC (policloreto de vinila) e até mesmo com peças obtidas através de tecnologias de Prototipagem Rápida.

2.2. PROTOTIPAGEM RÁPIDA

Segundo Gorni (2001), o termo Prototipagem Rápida (PR) caracteriza-se por um conjunto de tecnologias que agregam e ligam materiais, camada a camada, constituindo, assim, o objeto desejado. Existem diversos tipos de tecnologias que produzem modelos físicos em 3 dimensões (3D) através de informações obtidas diretamente do modelo geométrico gerado no sistema CAD, de maneira rápida, automatizada e flexível (VOLPATO, 2007).

Para Volpato (op. cit.), a terminologia “Prototipagem Rápida” não é a mais adequada; sua popularização ocorreu devido ao fato de esse processo de fabricação ter sido utilizado, a princípio, na produção rápida de peças e protótipos. Embora diversos autores tenham proposto outros nomes mais apropriados, como manufatura por camada, fabricação de forma livre e manufatura aditiva, a denominação original continua sendo a mais adotada.

A PR possui suas raízes na Topografia e na Fotoescultura, que surgiram no século XIX e cujas construções também são baseadas em camadas. A tecnologia passou a ser empregada comercialmente apenas em 1987, após o surgimento do primeiro equipamento de PR, o SLA-1 (Stereolithography Apparatus) produzido pela empresa 3D Systems (VOLPATO, op. cit.). Desde então, apareceram mais modelos de máquinas, insumos, e os valores se tornaram mais atrativos, o que acabou favorecendo a popularização da PR até mesmo pelas empresas de pequeno e médio porte, que buscaram a tecnologia para otimizar os seus Processos de Desenvolvimento de Produto (PDP). A oferta de produtos disponíveis aumentou e hoje é possível encontrar máquinas, até mesmo de uso doméstico, com preços mais acessíveis, porém é importante ressaltar que a precisão da peça produzida depende das capacidades técnicas da máquina (STAROSOLSKI et al., 2014); um equipamento com alta resolução produzirá peças com melhor acabamento do que tecnologias mais simples.

A PR, quando aplicada em projetos, proporciona a realização de testes prévios, que podem evitar possíveis falhas e erros futuros e também facilita a comunicação entre os envolvidos no projeto, assim como clientes (GORNI, op. cit.). Segundo Volpato (op. cit.), utilizar a PR no Projeto de Desenvolvimento de um Produto (PDP) possui muitos benefícios, pois essas tecnologias são capazes de produzir modelos e protótipos de maneira mais rápida, e até mesmo mais barata, do que processos convencionais e manuais. Elas também podem produzir

peças com geometrias exatas, ou com discrepância desprezível, trabalhar detalhes precisos em uma peça e executar geometrias complexas, inclusive são capazes de gerar peças prontas para o uso, em um processo conhecido como Manufatura Rápida (MR). Vale destacar, também, que, em diversos casos, não há desperdício de material, já que muitas máquinas confeccionam peças com a quantidade suficiente de insumo, que a PR dispensa o uso de moldes e algumas ferramentas ao longo do PDP, e a automatização do processo (VOLPATO, op. cit.).

Basicamente, os processos de Prototipagem Rápida passam por cinco etapas básicas, que são a criação do modelo CAD da peça a ser projetada; a conversão em STL. (extensão utilizada na maioria das máquinas); fatiamento do arquivo STL em camadas transversais; a construção camada sobre camada da peça; e, por fim, a limpeza e acabamento (GORNII, op. cit.).

A Prototipagem Rápida aditiva é também conhecida por impressão 3D e, como foi dito anteriormente, existem diversos tipos de tecnologias, que podem ser baseadas em vários tipos de insumo, como líquidos (Estereolitografia), materiais sólidos (FDM) e em pó (SLS), segundo Volpato (op. cit.).

O acesso a estes tipos de tecnologias é cada vez maior. Com a queda de algumas patentes de máquinas criadas da década de 80 (HORNICK & BHUSHAN, 2016), houve a possibilidade de criação de mais equipamentos e insumos com preços mais acessíveis, e, conseqüentemente, uma maior popularização da tecnologia. Além de as empresas estarem se equipando com tecnologias de Prototipagem Rápida, houve também o surgimento de negócios relacionados à prestação de serviços de impressão 3D. Pela internet, é possível encontrar sites para os quais a pessoa envia o arquivo e recebe o produto pronto em casa. Porém, para isso, é necessário ter certo nível de conhecimento sobre as tecnologias, como o domínio sobre arquivos 3D e salvá-los no formato correto (como STL e OBJ). Contudo, diversos sites possuem tutoriais e instruções para o envio correto, inclusive é possível baixar o arquivo 3D pronto para impressão de sites *open source* (GrabCad e Thingiverse, por exemplo), já salvos no formato correto. No entanto, caso a pessoa não dominar *softwares* de modelagem (como SolidWorks e Rhinoceros), infelizmente não será possível a realização de ajustes.

É possível encontrar cursos presenciais e *online*, assim como tutoriais na internet, que proporcionam melhor entendimento aos interessados nas tecnologias de PR. Na cidade de São Paulo, por exemplo, existem diversos laboratórios digitais e de inovação, “Fab Lab Livre SP”, disponíveis para a população criar e desenvolver ideias e projetos por meio de impressoras 3D, cortadoras a laser, plotters de recorte, fresadoras CNC, entre outras tecnologias. Através de workshops e cursos, a população recebe orientação e aprendizagem a respeito dessas novas tecnologias, assim como seus usos e aplicações. Ao todo, são 12 laboratórios distribuídos pela

cidade, nos quais é possível fazer a impressão de arquivos em 3D, dentre outros projetos. Em cada um destes laboratórios, existe uma equipe que orienta os interessados, e este foi o local escolhido para a confecção das peças do presente estudo (FAB LAB LIVRE SP; PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2018).

Hoje em dia, também é possível comprar máquinas para uso doméstico através da internet, assim como os insumos. Alguns modelos mais simples podem ser encontrados em sites, como o Mercado Livre, a partir de R\$1.500,00. Os insumos para máquinas com tecnologia FDM, por exemplo, como ABS e PLA, podem também ser encontrados *online*, com valores para o rolo de 1kg a partir de R\$55,00, também no Mercado Livre.

Com esse acesso mais facilitado, a PR, que, nos primórdios, tinha seu uso mais direcionado ao ramo projetual, conforme Volpato (op. cit.), hoje atende aos mais diversos setores, como a indústria aeroespacial, automobilística, de produtos, ramo joalheiro e até as áreas de arquitetura, artes e saúde.

As aplicações da Prototipagem Rápida são as mais diversas e em vários campos da ciência, desde as mais convencionais, auxiliando no desenvolvimento de produtos em geral, passando pela área da saúde, até a sua utilização em áreas mais especiais, tais como na modelagem de cadeias de proteínas, estruturas de vírus e uma miríade de outras (FERREIRA et al., 2007, p.195).

2.3. PROTOTIPAGEM RÁPIDA E SAÚDE

Embora existam diversos casos de intervenções de sucesso, a utilização da PR na área da saúde ainda é recente (ANTAS et al., 2008). Na saúde, a PR pode ser utilizada na Odontologia, Medicina humana, Veterinária e Bioengenharia, possibilitando a criação de implantes e próteses, facilitando a comunicação entre os envolvidos na cirurgia, permitindo estudos, testes e simulações, entre outros.

O emprego da PR no campo protético permite a confecção de próteses customizadas e em menor tempo. Conforme *In the Fold Autodesk* (2016), como o processo convencional de confecção de próteses é quase todo manual e depende da habilidade do profissional, o tempo de produção acaba sendo grande, assim como o custo. Ainda segundo *In the Fold Autodesk* (op. cit.), uma prótese para membro inferior, que era confeccionada de maneira artesanal, com molde de gesso, em cerca de 10 semanas, pode ser obtida em apenas 5 dias graças à impressão 3D. O artefato impresso pode ainda possuir um quarto do valor do exemplar artesanal, pois para a sua confecção basta digitalizar o membro residual, fazer ajustes no modelo e depois imprimir.

Segundo Duarte et al. (2015), a impressão 3D revela-se muito promissora na obtenção de próteses sob medida, que podem ser de diversos tipos de materiais; a tecnologia ainda

permite a confecção de modelos personalizados em um curto espaço de tempo, se comparada aos processos tradicionais de fabricação. De acordo com Lopes & Almeida (2014), essa versatilidade na customização não só proporciona a confecção de próteses adequadas ao tipo de amputação, como também oferece uma fuga do convencional através da exploração das necessidades do usuário e adaptação do modelo (por exemplo, é possível projetar próteses que possuam outras ferramentas e compartimentos, além do formato da mão).

A PR é capaz de auxiliar na produção de implantes personalizados, com a geometria milimetricamente precisa, respeitando o formato da lesão, o que torna a cirurgia menos invasiva e com resultados estéticos mais satisfatórios. Isso é muito importante em casos como a cranioplastia, que é a cirurgia de reconstrução de falhas ósseas no crânio através de implante (FERNANDES et al., 2004). Dentre as vantagens da utilização da PR na obtenção de próteses para a realização de cranioplastia, estão a diminuição do tempo cirúrgico e facilitação técnica com diminuição da taxa de infecção e melhor resultado estético (FERNANDES et al., op. cit.).

Embora seja mais recente, a aplicação da Prototipagem Rápida na área da saúde está se tornando cada vez mais comum, não só na obtenção de próteses e implantes. Segundo Queijo et al. (2009), as réplicas tridimensionais são úteis para diagnóstico, planejamento e simulação de cirurgias, inclusive podem servir como modelos de testes e guias em cirurgias cardíacas (FAROOQ et al. 2015). Conforme foi apresentado por Duarte et al. (op. cit.), a PR possibilita um treino cirúrgico (simulação), como um modelo para fornecimento de orientações didáticas durante a cirurgia. Esses modelos personalizados permitem aos alunos da área da saúde uma melhor visão e entendimento de patologias através da comparação com modelos normais (QUEIJO et al., op. cit.).

Outro uso para a tecnologia é a representação da patologia para o paciente. De acordo com Queijo et al (op. cit.), tanto a visualização quanto a manipulação das réplicas pelos pacientes permitem que a patologia e procedimento cirúrgico sejam melhores entendidos e clarificados. Essa representação pode ser física como também virtual, através do modelo 3D. A representação virtual também permite a simulação de cirurgias virtuais, principalmente na área de implantodontia (MENEZES et al., 2008).

Vale destacar que, conforme Volpato (2007), a PR pode produzir peças em um tempo bem mais curto do que pelos métodos convencionais, o que pode ser uma grande vantagem em alguns casos, principalmente quando se tem a saúde envolvida e o tempo é fator determinante, como por exemplo em cirurgias. Esses modelos produzidos com a finalidade de uso em aplicações médicas ou planejamento cirúrgico são chamados biomodelos (VOLPATO, op. cit.).

Na Odontologia, a Prototipagem Rápida pode ser utilizada para diagnóstico, fabricação de implantes, próteses e placas de reconstrução personalizadas, e ainda no aperfeiçoamento do planejamento cirúrgico, estudo das técnicas de ressecção, simulação de intervenções pré-operatória e didática com o paciente (DUTRA et al., 2017).

As tecnologias de PR também são muito utilizadas na produção de ferramentas para os mais diversos setores (VOLPATO, op. cit.). Na área da saúde, podem ser produzidos instrumentos médicos personalizados e ferramentas para cirurgias específicas, conforme Antas et al. (op. cit.).

Mais recentemente, é possível encontrar estudos nos quais a PR é utilizada na impressão de tecidos, em um processo conhecido como *bioprinting*, cuja tradução para português é bioimpressão. Ao invés de utilizar resinas e materiais sintéticos, conforme Oliveira et al (2017), esta técnica utiliza células e outros produtos biológicos na impressão, através do empilhamento de camadas auxiliadas por computador, montando, assim, tecidos e órgãos capazes de serem utilizados na medicina regenerativa, em estudos farmacocinéticos, assim como em outros estudos biológicos. O desenvolvimento de estudos da PR, aplicada nesta área, é um avanço principalmente quando se trata de transplante de órgãos; segundo Guimarães (2016), com o maior domínio da tecnologia, órgãos impressos se tornarão viáveis para transplantes, o que diminuirá a fila de espera para o recebimento de um órgão.

Para Foggiatto (2006), embora haja diversas aplicações e vantagens de uso, a PR não é tão difundida no campo da saúde, pois existem alguns fatores limitantes, como o desconhecimento por parte dos profissionais da área e o alto custo da tecnologia, muitas vezes devido à sua terceirização. Porém, os custos adicionais, decorrentes da utilização dessa tecnologia, podem ser compensados pela redução do tempo cirúrgico, menores riscos de erros médicos e problemas para o paciente, por exemplo (FOGGIATTO, op. cit.). Como opção prática, a produção das peças poderia ser feita nas próprias clínicas e hospitais, por isso uma solução é o uso de máquinas domésticas, que têm o custo mais baixo (MENDEZ et al., 2015).

2.4. PROTOTIPAGEM RÁPIDA E MEDICINA VETERINÁRIA

A Prototipagem Rápida vem sendo cada vez mais utilizada na saúde humana, mas não são apenas os humanos que podem se beneficiar do uso dessas tecnologias. Porém, conforme Bordelo (2015), na Medicina Veterinária, a utilização das tecnologias de PR ainda está pouco desenvolvida se comparada com os estudos na saúde humana. Ainda segundo o autor, embora a principal função das tecnologias de PR na área seja construir modelos experimentais, que permitam melhor visualização e a realização de análises sobre cada paciente, podem ser encontrados estudos e aplicações na Medicina estomatológico-dentária,

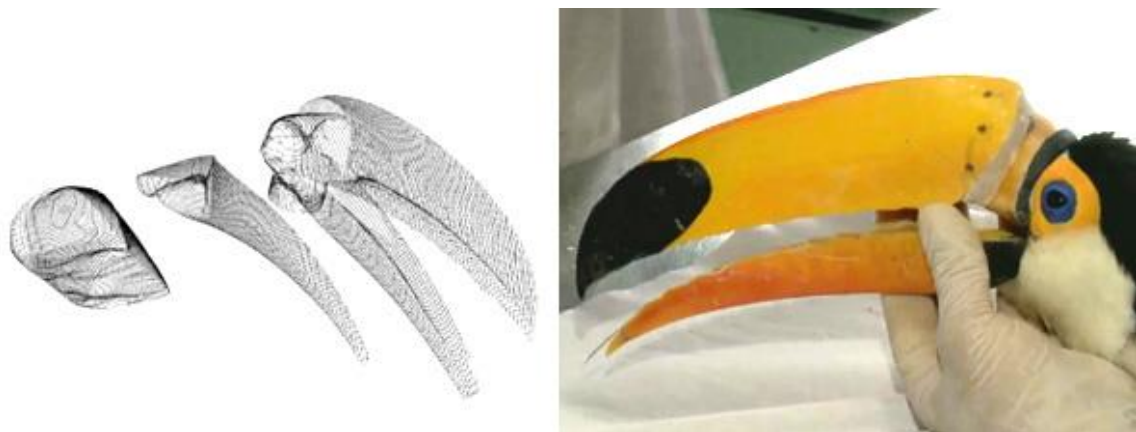
Ortopedia, Neurologia, Imagiologia, Medicina interna, Cardiologia e Oncologia (BORDELO, op. cit.).

Assim como para os humanos, segundo Bordelo (op. cit.), os modelos tridimensionais proporcionam o treino cirúrgico, muito importante em casos graves, como quando existem fraturas múltiplas, permitindo uma visualização clara em qualquer perspectiva, o que pode orientar os cirurgiões no plano cirúrgico e favorecer a detecção de possíveis anomalias da região em estudo.

Conforme apresentado por Dundie et al. (2017), a impressão 3D, na Medicina Veterinária, também auxilia na comunicação entre os envolvidos na cirurgia. A PR teve seu uso bem sucedido como modelo de visualização para uma equipe em uma cirurgia de correção de cinco problemas congênitos de uma cadela.

A PR também pode ser responsável pela elaboração de próteses, que podem minimizar efeitos negativos, sejam colaterais ou psicológicos, no animal amputado (DA SILVA & RODRIGUES, 2014). Nesse estudo, onde foi desenvolvido um bico para um tucano (Figura 1), a impressão 3D, combinada com o escaneamento 3D, comprovou o sucesso da aplicação dessas tecnologias na obtenção de próteses adaptadas.

Figura 1. Modelos virtuais e tucano com prótese implantada.



Fonte: Da Silva & Rodrigues (2014).

As tecnologias de Prototipagem Rápida são capazes de auxiliar diversos casos, não só na elaboração de próteses e implantes para animais domésticos. Existem outros exemplos de feitura de bicos para aves, como o pato Blu, que recebeu uma prótese de plástico após perder parte de seu bico devido ao ataque de um porco (M LIVE, 2017). O produto final é uma mistura de Kevlar, um material à prova de balas e *nylon*, que embora seja resistente não deixa de ser leve (Figura 2).

Figura 2. Pato Blu com seu bico obtido por meio de tecnologia de PR.



Fonte: 3D Print (2017).

A equipe do Aquário Shedd, de Chicago, utilizou a Prototipagem Rápida para criar uma prótese para o lagarto Hiss Majesty, de 16 anos, que perdeu o membro pélvico direito devido a um tumor (Figura 3). Uma equipe multidisciplinar, composta por designers e veterinários, optou por fornecer ao animal uma prótese funcional e que não necessariamente imitasse uma pata, que no caso apenas possuiria características estéticas. Foram coletadas medidas da amputação e de seu outro membro para a criação do molde, utilizado como base no desenvolvimento de diversos modelos para testes. A intenção da equipe é continuar desenvolvendo estudos para a criação de uma prótese que ofereça uma melhor mobilidade (3DERS, 2016).

Figura 3. Lagarto Hiss Majesty e protótipos impressos.



Fonte: Chicago Tribune (2016) e Silva (2018).

Em diversas situações, o uso de tecnologias de Prototipagem Rápida é essencial, principalmente quando é necessário construir uma geometria de encaixe. Devido a uma deformidade em seu membro torácico direito, o cão Duke, que havia sido abandonado, necessitou do uso de uma prótese. A equipe multidisciplinar, responsável pela confecção da prótese, utilizou tomografias desse membro como base para criar o modelo 3D. Essa etapa foi importante, pois era necessário criar uma estrutura que tivesse um ajuste perfeito, devido à deformidade, e que permitisse a distribuição do peso do animal. Na sequência, foram impressos vários protótipos para a realização de testes, para um posterior refinamento. A prótese final foi confeccionada em *nylon 12* pelo sistema SLS (Figura 4) e foi inserido no seu interior um amortecimento de espuma, para reduzir o risco de surgimento de feridas devido à pressão do membro contra a prótese. Neste caso, assim como no do lagarto Hiss Majesty, os responsáveis optaram por confeccionar a prótese sem um aspecto similar aos membros de um cão, e sim por uma estrutura capaz de ser utilizada em diversos tipos de superfícies e solos (CBM, 2017).

Figura 4. Duke e sua prótese.



Fonte: 3DPrint (2017).

Em muitos casos, são necessários testes para a adequação do modelo ao animal, como ocorreu com o gato Sonic, que também nasceu com um problema no membro torácico direito, possuindo apenas um osso ao invés de dois, o que não era suficiente para suportar o peso do seu corpo. Sua prótese foi elaborada por uma equipe do abrigo de animais que o resgatou, veterinários e estudantes do Instituto de Artes de Colorado, cuja intenção era fazê-lo andar com as quatro patas e com o auxílio da prótese impressa em 3D. Foram feitos protótipos de plástico e diversos testes (Figura 5), pois o animal ainda estava em fase de crescimento, para

que quando atingisse seu crescimento completo, recebesse o modelo final, confeccionado com um material mais leve (DENVER POST, 2016).

Figura 5. Gato Sonic e o protótipo de sua prótese.



Fonte: Denver Post (2016) e 3D Print (2016).

Como um exemplo mais invasivo, já que foi feita uma cirurgia para a inserção de pinos, o caso do cão Jack, que não possuía as extremidades dos membros pélvicos, também foi atendido pelas tecnologias de Impressão 3D. Segundo o site *3D Printer World* (2013), nessa circunstância, em um procedimento experimental, o cirurgião responsável pela operação uniu dois “pés” de titânio aos ossos dos membros traseiros. Neste caso, a impressão 3D auxiliou o médico a prender as estruturas de metal no osso, o que possibilitou melhor fixação à prótese, e também a combinar os contornos do osso com o soquete da prótese, sendo algo que ele não conseguiria fazer sem uma impressora 3D (Figura 6). Após a cirurgia, o cão, que era contido e nervoso, passou a ser mais descontraído e amigável.

Figura 6. O cão Jack e sua prótese.



Fonte: 3D Printer World (2013).

A produção de peças de metal através das tecnologias de PR está cada vez mais popular, sobretudo na fabricação de peças de automóveis (3D PRINT, 2017). Graças a essa possibilidade, foi possível elaborar um implante para o gato Cyrano (Figura 7), que, após enfrentar um câncer nos ossos do membro pélvico esquerdo, teve seu joelho enfraquecido. Ele foi atendido por uma equipe interdisciplinar de veterinários e engenheiros da Universidade Estadual da Carolina do Norte e recebeu um joelho artificial fabricado por Prototipagem Rápida. Para a confecção do implante, que precisaria ser pequeno, detalhado e com a geometria específica para um encaixe preciso na perfuração e corte realizados, foram utilizados os dados da tomografia do animal, conforme a empresa EOS (2015), responsável pela fabricação da peça em questão.

Figura 7. Equipe médica, implante e tomografia do gato Cyrano.



Fontes: EOS (2015) e *Associated Press* (2012).

Muitos animais com deficiência física ou problemas de locomoção, que acabam apresentando problemas de escaras, fora o constante contato com fezes e urina (DINIZ-GAMA, 2007), são sacrificados sem necessidade, como solução mais fácil, para não terem uma vida sofrida e com dificuldades. Muitos casos podem ser facilmente resolvidos com o uso de próteses ou cadeiras de rodas, como aconteceu com os cães Derby e TurboRoo, ambos dos Estados Unidos, que nasceram sem seus membros dianteiros e que para eles foram desenvolvidas próteses adaptadas através da Impressão 3D (TAMPI, 2015).

Segundo Tampi (op. cit.), tecnologias de Prototipagem Rápida permitem a produção de próteses a baixo custo, com maior rapidez e produzir conforme for a demanda, inclusive é capaz de criar peças altamente complexas e personalizadas. Os modelos virtuais dessas próteses podem ser modificados e adaptados através de *softwares* de modelagem 3D, tendo, desta forma, suas medidas alteradas, o que é de suma importância em casos de animais ainda em fase de crescimento. Ainda segundo Tampi (op. cit.), existe uma vasta gama de materiais

que podem ser utilizados na impressão desses modelos, e, conforme Maia (2016), o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e o PLA (Ácido Polilático) são os polímeros mais utilizados em tecnologias FDM. Ainda de acordo com Maia (op. cit.), a técnica FDM é muito popular na Prototipagem Rápida Aditiva, e, nesse processo, que parte do princípio de adição do material em camadas, um filamento de polímero termoplástico é utilizado para confeccionar o objeto tridimensional através de um bico de extrusão.

Devido aos altos custos das versões disponíveis no mercado, muitas próteses e cadeiras de rodas para animais são feitas de maneira improvisada e nem sempre são adaptadas para o seus portes e necessidades. Evidencia-se, através deste capítulo, que a PR, por produzir peças complexas, precisas e adaptadas, pode proporcionar o desenvolvimento de equipamentos personalizados e eficientes, em um curto período de tempo, e até mesmo oferecer soluções mais econômicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A escolha de uma metodologia projetual é fundamental no Design, para um processo de desenvolvimento de produto mais otimizado e consequente melhor resultado final. Para isso, existem diversas metodologias de desenvolvimento de produto, como a de Bomfim (1995), Bonsiepe (1984), Löbach (2001) e Munari (1981), cujas etapas podem ser utilizadas pelo designer como guias em seu processo criativo.

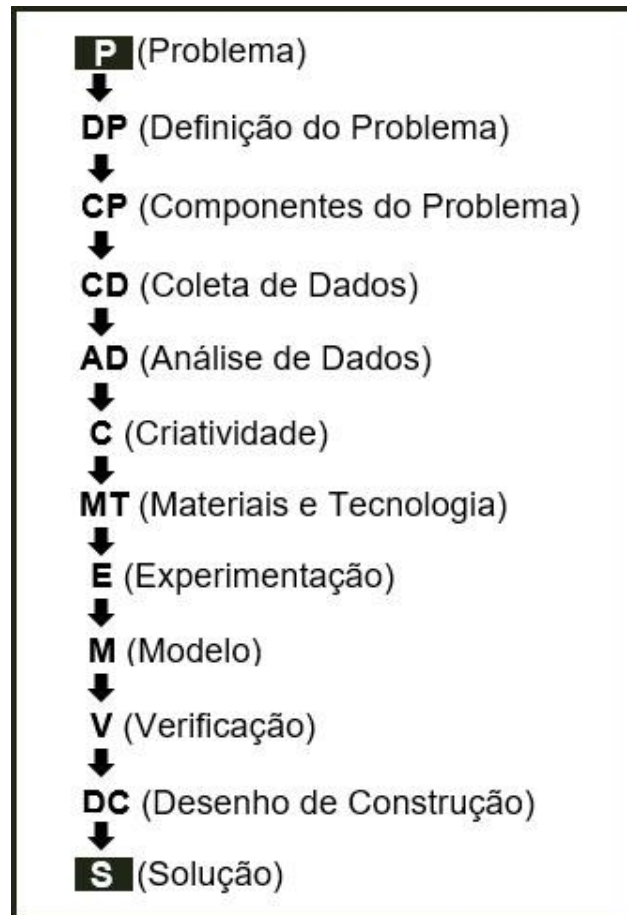
“Criatividade não significa improvisação sem método: dessa maneira apenas se faz confusão e se cria nos jovens a ilusão de se sentirem artistas livres e independentes. A série de operações do método projetual é feita de valores objetivos que se tornam instrumentos de trabalho nas mãos do projetista criativo” (MUNARI, op. cit., p. 21).

A metodologia projetual funciona como uma ajuda e orientação ao designer em seu processo de criação, podendo ser utilizada em algumas etapas (BONSIEPE, 1984). Porém, o método adotado não é obrigatoriamente definitivo, pois pode ser moldado e adaptado às necessidades do projeto e seguir conforme as decisões do designer (MUNARI, op. cit.).

O método projetual para o designer não é nada de absoluto nem definitivo; é algo que se pode modificar se encontrarem outros valores objetivos que melhorem o processo. E isto liga-se à criatividade do projetista que, ao aplicar o método, pode descobrir algo para o melhorar. Portanto, as regras do método não bloqueiam a personalidade do projetista mas, pelo contrário, estimulam-no a descobrir coisas que, eventualmente, poderão ser úteis também aos outros (MUNARI, op. cit., p. 21).

O método projetual desenvolvido por Munari (idem) foi selecionado para a presente pesquisa por ser detalhado e possuir etapas bem definidas (Figura 8). A fim de se obter melhor organização e atingir os objetivos estabelecidos, em cada uma dessas etapas também foram discutidos os resultados obtidos, que foram pontos importantes para a composição das diretrizes.

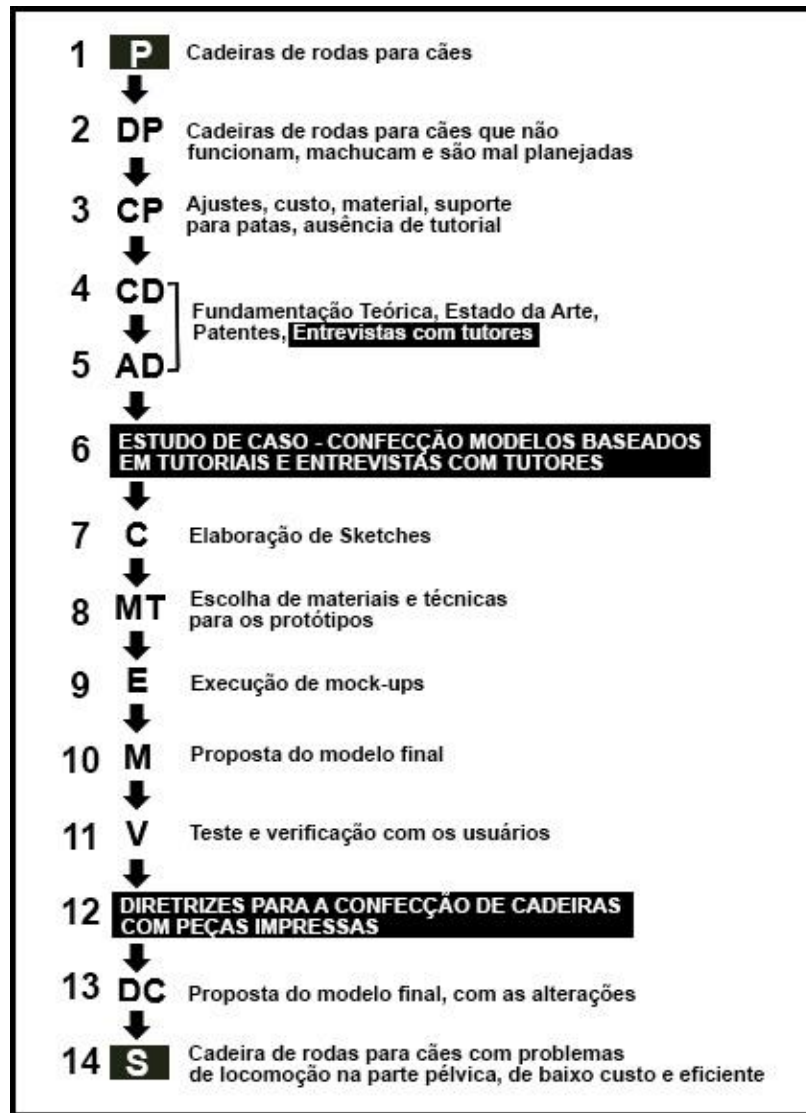
Figura 8. Etapas do método proposto por Munari (1981).



Fonte: Adaptado pela autora.

O método em questão, originalmente dividido em 12 etapas, foi adaptado, sendo nele inseridas três fases consideradas importantes para que os objetivos do projeto fossem atingidos. A ausência de informações sobre as relações dos tutores e dos cães cadeirantes com seus aparelhos locomotores foi suprida com a inclusão de entrevistas na metodologia adotada. A inclusão de uma etapa de Estudo de Caso também foi julgada importante, pois o melhor entendimento sobre os métodos adotados na confecção doméstica de cadeiras de rodas para animais contribuiria com informações relevantes para a pesquisa. Por fim, foi inserida uma etapa para listar as diretrizes, definidas a partir das informações adquiridas nas fases anteriores, que podem auxiliar na construção de modelos domésticos e artesanais eficientes com peças impressas em 3D. Na Figura 9, é apresentado o passo a passo da metodologia utilizada, que servirá como base para elencar as diretrizes.

Figura 9. Método adaptado de Munari (1981).



Fonte: Elaborado pela autora.

Com base na metodologia apresentada, as cadeiras de rodas para cães com problemas locomotores nos membros pélvicos constituem o Problema (P). Existem diversos modelos no mercado, porém alguns tutores, por considerarem os custos desses produtos elevados, optam pela construção de modelos artesanais de maneira improvisada, que podem ter desempenho comprometido e ainda lesionarem o cão (Definição do Problema - DP). Esses problemas nas cadeiras podem acontecer devido ao uso de materiais inadequados, da utilização de dimensões erradas, da ausência de regulagens ou peças importantes, e utilização de tutoriais inadequados ou com poucas informações, por exemplo (Composição do Problema – CP).

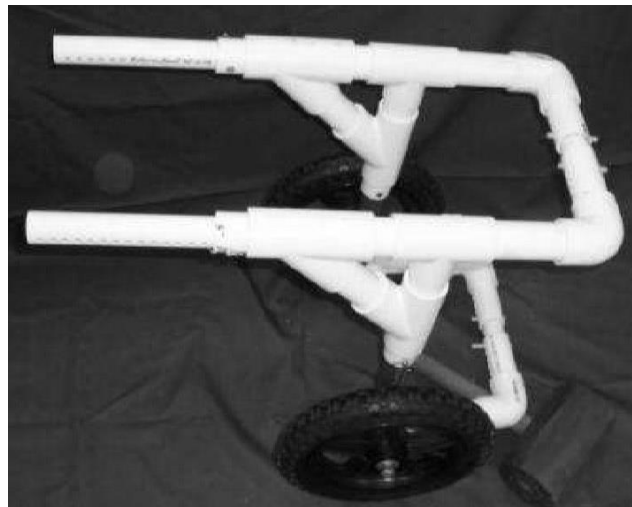
A fim de se obter parâmetros para o desenvolvimento de um modelo eficiente, foram efetuadas buscas por exemplares existentes em bases de dados, bancos de patentes e no Google. Essas buscas compoam a fase de Coleta de Dados (CD), na qual também foram realizadas análises a respeito das informações obtidas (Análise de Dados – AD).

3.1. COLETA DE DADOS (CD)

Inicialmente, para a coleta de artigos e trabalhos acadêmicos relacionados à temática, foram efetuadas buscas nas bases Scielo, Science Direct, P@rthenon, Periódicos Capes e Google Acadêmico através das palavras-chave em português “cadeira de rodas cão”, “cadeira de rodas animal”, “cadeira de rodas impressão 3D”, “cadeira de rodas manufatura aditiva”, “cadeira de rodas Prototipagem Rápida” e “prótese animal”. Esses mesmos descritores foram utilizados em espanhol e inglês na busca por outros trabalhos que abrangessem o contexto, mas nessas línguas estrangeiras. As buscas foram efetuadas em dois períodos, em maio e em dezembro de 2017. Entre os resultados obtidos, foram selecionados 5 trabalhos acadêmicos que abrangiam a temática do presente estudo.

A dissertação de mestrado de Fowler (2008) tinha como objetivo propor modelos de cadeiras de rodas econômicas e ajustáveis para cães de pequeno, médio e grande porte com problemas de locomoção nos membros pélvicos, tendo o PVC como principal material, através de tubos e conexões (Figura 10).

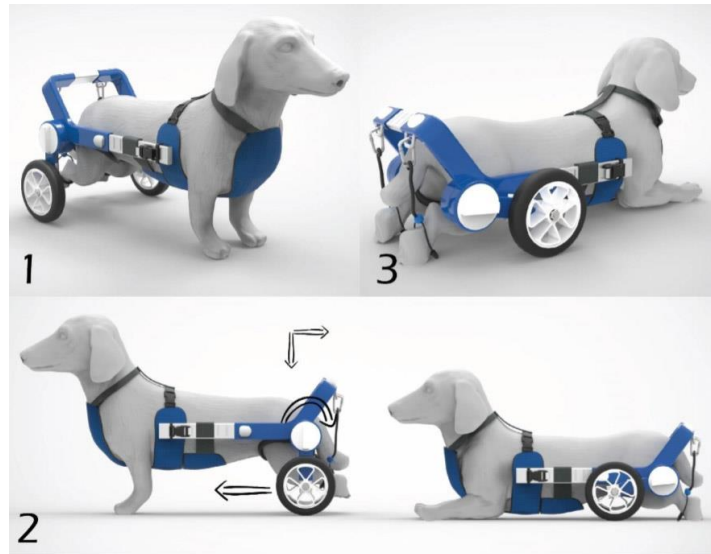
Figura 10. Protótipo de cadeira de rodas grande.



Fonte: Fowler (2008).

Também ajustável, o modelo proposto no projeto de conclusão de curso de Perez (2017) é direcionado para cães com deficiência nos membros traseiros, possuindo uma estrutura, confeccionada com tubos retangulares de alumínio extrudado (Figura 11), que permite ao cão permanecer no modo “repouso” (deitado). Em seu estudo, podem ser encontradas também entrevistas com tutores e profissionais da área, assim como uma análise de modelos de cadeiras disponíveis no mercado.

Figura 11. Cadeira nos modos "em pé" e "em repouso".

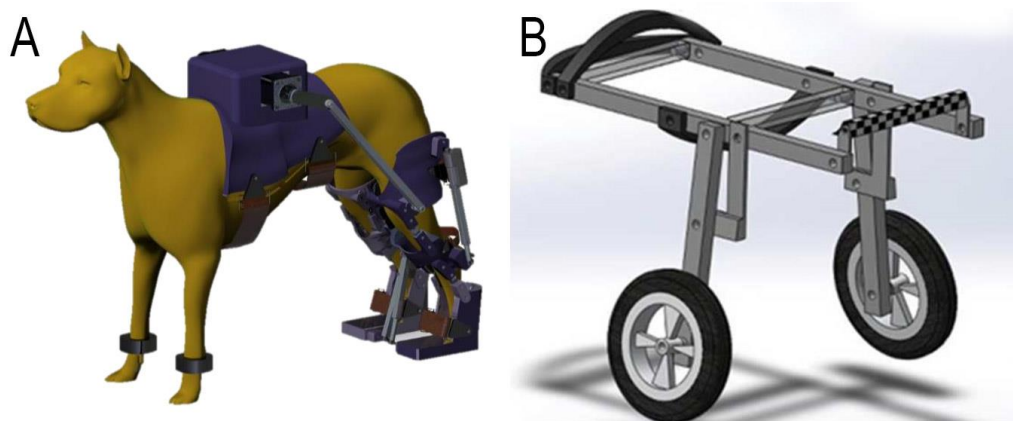


Fonte: Perez (2017).

No trabalho de Chansangsri & Thawesaengskulthai (2015) é proposto um processo 5D, metodologia inovadora, que sugere que a união de descoberta, definição, design, desenvolvimento e implantação são fundamentais no processo de elaboração de produtos, como cadeiras de rodas para cães.

O projeto de Bryant et al. (2016) propôs o desenvolvimento de um exoesqueleto controlado eletronicamente para melhorar a mobilidade e reabilitação nos membros traseiros parcialmente paralisados ou enfraquecidos de cães (Figura 12A). Já a proposta de Aguiar et al. (2014) foi apresentar a fibra de vidro como material econômico e resistente na construção dessas cadeiras (Figura 12B).

Figura 12. A- Exoesqueleto de Bryant et al. (2016) e B - Protótipo com fibra de vidro de Aguiar et al. (2014).



Fonte: Bryant et al. (2016) e Aguiar et al. (2014).

Visto que houve grande dificuldade na busca por artigos e estudos científicos a respeito de próteses e cadeiras de rodas para cães, pelo próprio Google foi possível obter uma busca mais frutífera, com a descoberta de diversos modelos, sendo alguns mais simples e outros mais elaborados.

Como forma de proteger suas criações e resguardar seus direitos autorais, muitos inventores patenteiam seus produtos, e o mesmo foi verificado com alguns modelos de cadeira de rodas para cães. A fim de verificar o estado da arte, foram feitas buscas, no mês de maio do ano de 2017, em bancos de patentes nacionais e internacionais, como INPI, Patentscope, USPTO, Espacenet e Latipat Espacenet, utilizando os mesmos descritores utilizados na busca em bases de dados.

3.2. BANCOS DE PATENTES

INPI

Criado em 1970, o Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) é vinculado ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, e permite a busca de documentos de patentes depositados no Brasil tanto por residentes no país quanto por não residentes. No site do INPI, se encontram registros de marcas, desenhos industriais, indicações geográficas, programas de computador e topografias de circuitos integrados; inclusive, é possível a busca por documentos já expirados ou a expirar. A língua utilizada para as buscas é a portuguesa (INPI, GOVERNO DO BRASIL); porém, nesse portal, não foram encontrados resultados com nenhuma das palavras-chave utilizadas para a busca.

PATENTSCOPE

O Patentscope é um portal mantido pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e possui documentos depositados de diversas partes do mundo, inclusive do Brasil (INPI). O portal permite a busca em diversas línguas, como inglês, português e espanhol, e elabora gráficos com os resultados das buscas. No Patentscope se encontram 66 milhões de documentos de patentes, incluindo 3,2 milhões de pedidos de patentes internacionais publicados (PCT) (INPI, PATENTSCOPE).

Na língua portuguesa, não foram encontrados resultados com nenhuma das palavras-chave; enquanto na espanhola, foram encontrados 1 resultado para *“silla de ruedas canina”* e 1 resultado para *“silla de ruedas animal”*. Já em inglês, *“dog wheelchair”* teve 2 resultados, *“pet wheelchair”* obteve 9, *“animal wheelchair”* teve 5 e *“animal cart”* 4. Os resultados foram compilados na Tabela 9, situada no Apêndice B.

USPTO

O Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (*United States Patent and Trademark Office* - USPTO) é a agência federal para a concessão de patentes e o registro de marcas registradas nos Estados Unidos. Essa base, cujas pesquisas devem ser realizadas em inglês, possibilita a busca no texto completo das patentes concedidas desde 1976 e o acesso às imagens dos documentos desde 1790 (INPI).

No banco USPTO, foram encontrados resultados com os descritores “*dog wheelchair*” (1), “*animal wheelchair*” (1), “*veterinary paraplegic cart*” (2) e “*animal cart*” (2), disponíveis na Tabela 10 (Apêndice C).

ESPACENET

O Espacenet possui mais de 100 milhões de documentos de patente de mais de 90 países, como Estados Unidos, China, Japão, Coreia do Sul, Alemanha e Brasil. É um banco de patentes mantido pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO), sendo a base de maior abrangência, e as pesquisas devem ser feitas, preferencialmente, em inglês. O site permite a pesquisa nos dados bibliográficos dos documentos de patente, assim como o acesso ao texto completo de muitos desses documentos, até mesmo de pedidos depositados no Brasil (INPI, GOVERNO DO BRASIL, ESPACENET).

No banco Espacenet, foram encontrados 2 resultados com as palavras-chave “*dog wheelchair*”, 17 para “*pet wheelchair*”, 4 para “*animal wheelchair*” e 2 para “*animal cart*”, disponíveis na Tabela 11 (Apêndice D).

LATIPAT ESPACENET

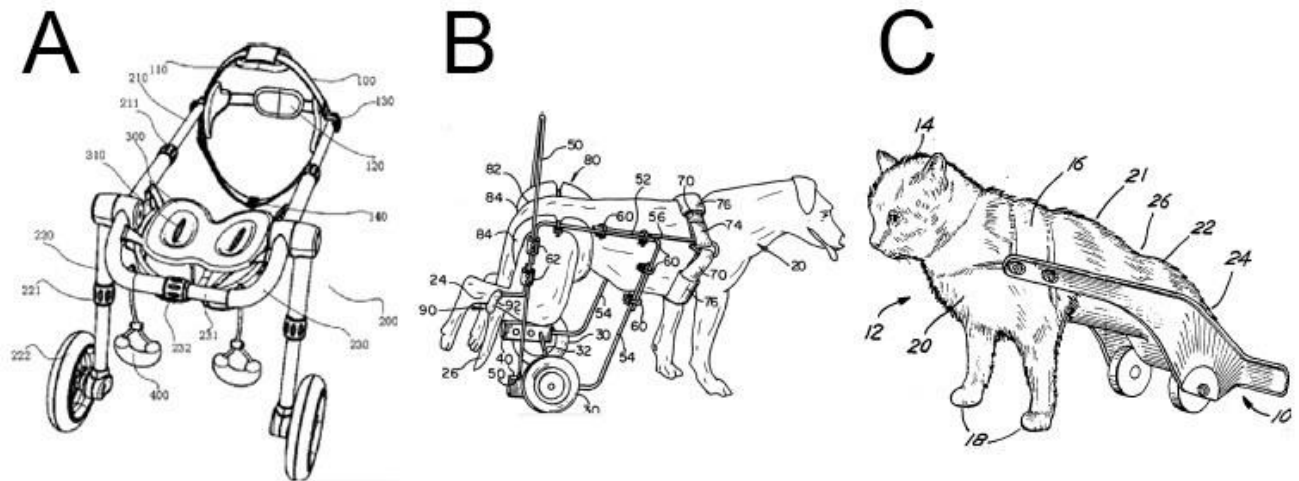
O Latipat Espacenet é um portal com informações de diversos países da América Latina e Espanha, tais como Brasil, Argentina, México, Cuba, Chile, Uruguai, Peru, entre outros. Nesse portal, que possui cerca de 2,5 milhões de dados bibliográficos e mais de um milhão de imagens de documentos, é disponibilizado o acesso a uma base de dados com informações bibliográficas e imagens de documentos de patente utilizando a plataforma Espacenet, e a busca pode ser feita tanto em espanhol quanto em português. Foi iniciado em 2003, e é um projeto conjunto entre a Oficina Espanhola de Patentes e Marcas (OEPM), a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e o Escritório Europeu de Patentes (EPO), com a colaboração de mais de 18 Institutos de Patentes da América Latina. (GOVERNO DO BRASIL,

INPI e LATIPAT ESPACENET). Nesse portal, não foram encontrados resultados com nenhum dos descritores utilizados para a busca.

EXEMPLOS DE CADEIRAS PATENTEADAS

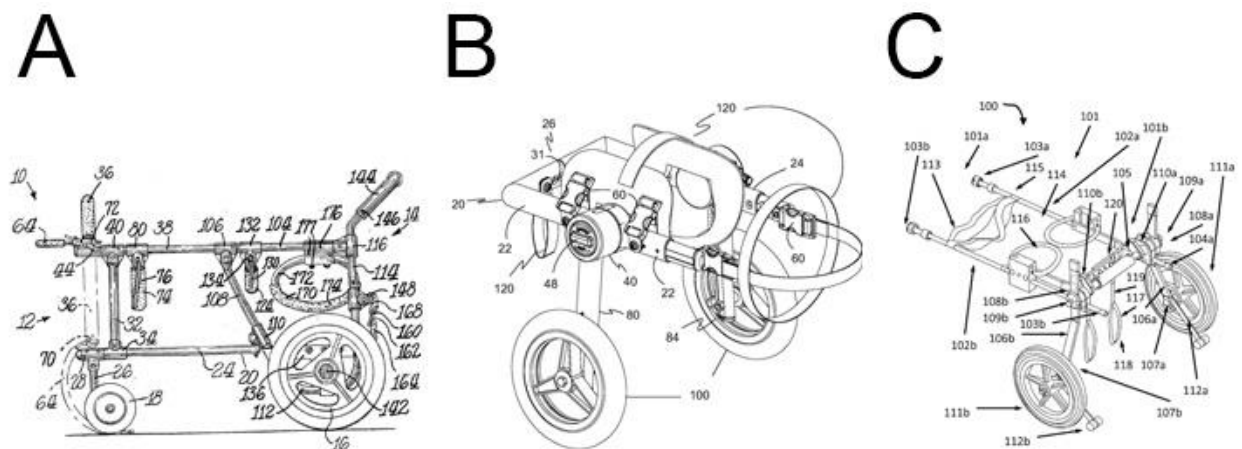
Através das palavras-chave, foram encontrados diversos modelos patenteados e pedidos de patentes nos bancos selecionados, porém muitos deles apareceram repetidas vezes por possuírem o mesmo termo de busca. Entre os exemplares encontrados, podemos dar destaque para os disponíveis nas Figuras 13, 14, 15 e 16.

Figura 13. A: CN104473735 (A); B: US4375203(A); C: US4821676 (A).



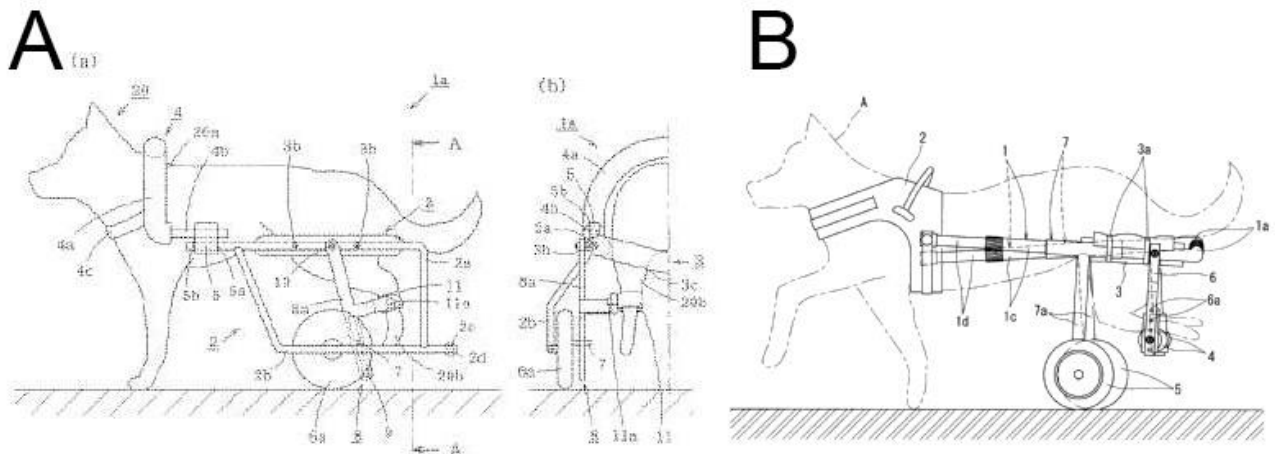
Fonte: A: Wang Hong (2015); B: Parkes (1983); C: Hulterstrum (1989)

Figura 14. A: US 2004/0231613 (A1); B: US 20090101084 (A1); C: US 2017/0027676 (A1).



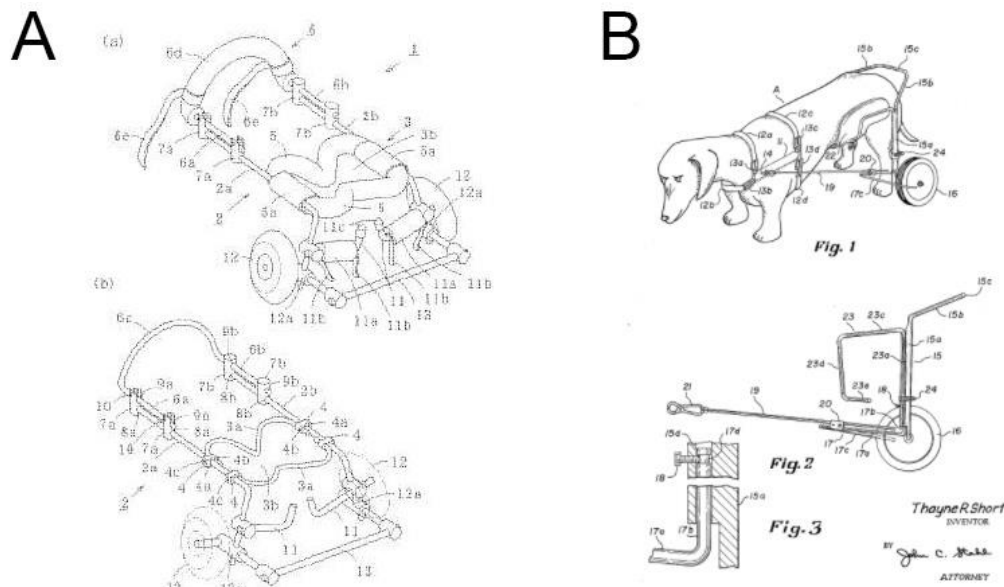
Fonte: A: Parkes (2004); B: Robinson et al. (2009); C: Newby & Pullen (2017).

Figura 15. A: JP2005312370 (A); B: JP 2008035708 (B2).



Fonte: A: Arizono & Tsuzumi (2005); B: Shimaba (2008).

Figura 16. A: JP2005229947 (A); B: US3215117 (A).



Fonte: A: Hideaki et al. (2005); B: Short (1965).

Em alguns modelos, como o 13A, 13B, 14C, 15A e 15B, é possível observar uma estrutura para a sustentação dos membros pélvicos do animal com problemas locomotores, que podem se arrastar pelo chão devido à falta de movimento, causando lesões.

Também pôde ser observado que as cadeiras de rodas 13B, 13C, 15A, 15B e 16B, representadas juntamente com um cão, possuem a barra lateral com o comprimento no limite do tórax do animal, no término membros torácicos, e que essas mesmas barras não ultrapassam a altura do cão, posicionando-se, na maioria dos casos, no centro da latitude do

corpo do animal, em uma linha reta traçada desde o osso do “ombro” dos membros frontais. Por esses mesmos modelos, é possível observar que os eixos das rodas estão alinhados com os membros pélvicos, e, ainda, que a fixação do cão à cadeira é feita na região do tórax.

A maioria das estruturas é confeccionada em aço inoxidável, alumínio ou metais leves, tendo como exceção alguns encaixes e o modelo 11C, cuja estrutura para suportar o corpo do animal é de plástico.

3.3. OUTROS MODELOS DE CADEIRAS DE RODAS

Para complementar o estado da arte, foram efetuadas buscas pelo Google, utilizando as mesmas palavras-chave aplicadas nas buscas nas bases de dados e bancos de patentes. Entre os modelos mais populares disponibilizados para a compra, encontram-se as cadeiras de rodas da Walkin' Pets (Figura 17), da HandicappedPets, que possui diversos exemplares para venda, tanto para problemas de locomoção nos membros dianteiros ou traseiros quanto de suporte completo, indicado para animais com fraqueza nos quatro membros. As cadeiras de rodas da empresa são construídas com uma combinação de alumínio leve e resistente juntamente com um plástico muito durável e de alta densidade, conforme o site da empresa. Esses aparelhos possuem sistemas de ajustes, pelos quais o tutor pode adaptar a cadeira ao seu animal sem grandes complicações. Os modelos mais em conta, destinados a animais de pequeno porte, custam a partir de US\$199.

Figura 17. Modelos da empresa *Handicapped Pets*.



Fonte: *Handicapped Pets*.

A VetCar, situada em Botucatu, é uma empresa nacional voltada para a produção de cadeira de rodas e outros aparelhos para animais. Assim como a *Handicapped*, a VetCar produz modelos personalizados, com os quais as necessidades dos animais são atendidas

(Figura 18). Os modelos são bem leves e possibilitam ao cão explorar diferentes territórios e tipos de solo, segundo a empresa. Os valores não foram disponibilizados *online*.

Figura 18. Modelos VetCar.



Fonte: VetCar.

A VidaSobreRodas é um ateliê que produz cadeiras de rodas sob medida para cães e gatos. Esses modelos são de alumínio e possuem regulagem na altura e comprimento, com o intuito de proporcionar melhor ajuste e conforto ao animal. O ateliê possui dois tipos de modelos, sendo um para cães com problemas de locomoção nos membros pélvicos e outro para os quatro membros, que custam a partir de R\$352,00, destinados para cães pequenos, conforme as informações do *site* (Figura 19).

Figura 19. Modelos VidaSobreRodas.



Fonte: VidaSobreRodas.

A *Dog Locomotion* é uma empresa portuguesa que produz aparelhos com estrutura de alumínio tubular leve, com peças em inox, voltados para cães com problemas de locomoção nos membros torácicos e pélvicos, provocados por lesões ou doenças, para uso permanente ou temporário, como em casos de tratamentos de fisioterapia. Segundo informações do site, além de aparelhos de locomoção, a empresa produz outros dispositivos, sejam eles voltados para animais com necessidades específicas, como casos de espasticidade muscular ou anquilose articular que causam ao animal dificuldades de posicionar ou manipular seus membros, bem como dispositivos destinados a animais com cegueira ou deficiência visual. Os aparelhos são feitos mediante encomenda e os valores não estavam disponíveis no *site* da empresa (Figura 20).

Figura 20. Modelos *Dog Locomotion*.



Fonte: *Dog Locomotion*.

A cadeira “Amigo” (Figura 21), projetada pelo engenheiro israelense Nir Shalom, foi apresentada na semana de Design de Milão de 2011. Segundo Design Boom (2011), essa cadeira se prende nos quadris dos cães, o que proporciona a mobilidade e alivia a tensão sobre os membros lesionados. O diferencial do modelo é o movimento que suas articulações proporcionam, o que possibilita ao cão escalar, deitar e sentar-se. Ela é composta por alumínio, plástico, estofamento personalizado e rodas. Porém, o modelo é um protótipo, não sendo ainda disponível para a venda.

Figura 21. Cadeira "Amigo".



Fonte: *Design Boom* (2011).

Na área da Prototipagem Rápida, um exemplo bem interessante é o modelo do cão Derby Portanova, citado anteriormente. Nascido com seus membros torácicos deformados, o cão recebeu um conjunto de próteses impressas em 3D sob medida. Essas próteses são capazes de balançar para frente e para trás, possibilitando ao cão melhor mobilidade, que inclusive pode correr (Figura 22). Conforme o *Washington Post* (2014), a empresa *3D Systems* foi a responsável pela fabricação dos modelos.

Figura 22. Derby Portanova.



Fonte: *Buzzfeed* (2014).

Outro exemplo de modelo impresso em 3D que merece destaque é o do caso “TurboRoo”, cão da raça chihuahua que nasceu sem os membros torácicos e que havia sido abandonado pelo seu tutor por conta da deficiência. Segundo *Daily Mail* (2014), antes de procurarem os modelos impressos, os atuais tutores de TurboRoo foram orientados a sacrificá-

lo, porém optaram por elaborar uma cadeira de rodas para ele. Inicialmente, o modelo foi construído com materiais improvisados, como canos de PVC e brinquedos; em seguida, houve o desenvolvimento de um modelo através da Impressão 3D (Figura 23), que, com o crescimento do cão, foi remodelado (Figura 24).

Figura 23. Primeira cadeira de rodas confeccionada para o cão TurboRoo.



Fonte: *Design Boom* (2014).

Figura 24. Segundo modelo para o cão TurboRoo.



Fonte: *Daily Mail* (2014).

Também amparado pelas tecnologias de Prototipagem Rápida, o cão Bubbles, da raça Dachshund, nasceu sem os membros torácicos e teve sua cadeira de rodas (Figura 25) construída pelos seus tutores, que, após tentativas frustradas na construção de modelos mais

convencionais, optaram pela impressão 3D. O modelo é composto por um suporte para o tórax, ligado por um eixo e duas rodas. Conforme Metro (2015), o modelo de sua cadeira foi disponibilizado *online* no site Instructable, inclusive pode ser personalizado, a fim de auxiliar mais cães com o mesmo problema nos membros torácicos.

Figura 25. Cão Bubbles.



Fonte: *Daily Dot* (2015) e *3ders* (2015).

Entre os modelos de cadeiras de rodas produzidos por tecnologias de Prototipagem Rápida disponíveis, podemos destacar o caso do cão Branco, desenvolvido pelo brasileiro Gilmar José Purin, que tinha noções de modelagem e posse de uma impressora 3D (3DPRINT, 2014). Ao entrar em contato com o cão, que perdeu o movimento dos membros pélvicos após um atropelamento, Purin decidiu buscar uma cadeira de rodas para ele. Inicialmente, optou por comprar uma, mas ao verificar os altos valores, considerou a construção de seu próprio modelo, utilizando tubos de PVC e outros materiais. Ao chegar à conclusão de que esses modelos não eram suficientemente resistentes e personalizáveis, optou por projetar e imprimir em 3D a cadeira para Branco (Figura 26). O modelo, que também foi disponibilizado *online*, através do site Thingiverse, pode ser ajustado, devido ao formato das suas peças, que se encaixam em barras roscadas e são presas por porcas.

Figura 26. Cadeira de rodas "Branco".



Fonte: 3DPrint (2014).

A PR também auxiliou no caso do gato Tiny Tim, que foi resgatado com seus membros pélvicos paralisados. Embora se locomovesse bem com os membros da frente, o uso de uma cadeira de rodas seria o mais adequado, pois o gato poderia apresentar problemas por se arrastar. Por ser um filhote, as cadeiras compradas prontas, mesmo adaptadas, não seriam pequenas o suficiente para ele. A organização Subproto, composta por interessados em *software* e *hardware*, se compadeceu com o caso e decidiu elaborar uma cadeira personalizada para trazer-lhe mobilidade (Figura 27). A cadeira foi criada em um *software* de modelagem CAD e o protótipo foi impresso em 3D. Como o gato estava em fase de crescimento, as medidas das cadeiras seguintes foram redimensionadas para serem compatíveis ao seu novo tamanho (3D Print; ABC13, 2015).

Figura 27. Gato Tiny Tim e sua cadeira de rodas.



Fonte: 3D Print (2015) e We love all animals (2015).

A vantagem de modelos ajustáveis, como o “Walkin’ Pets” e o “Branco”, é a possibilidade de efetuar ajustes para proporcionar maior conforto do animal, principalmente

quando o mesmo se encontra em fase de crescimento. Esses ajustes também possibilitam o uso da cadeira por cães distintos, com dimensões e portes diferentes.

As cadeiras de rodas encontradas neste capítulo possuem a estrutura fixa, que não é dobrável, exceto pelo modelo “Amigo” que, devido a um mecanismo mais complexo que os das demais, proporciona mais mobilidade e possibilita ao cão ficar deitado e em posição de descanso, sendo este um diferencial do modelo.

Todos os aparelhos aqui listados, tanto para os membros dianteiros quanto para os traseiros, são fixados ao cão principalmente através do tórax do animal. Nas unidades para membros traseiros, a fixação ocorre pelas barras laterais do aparelho; no caso, uma coleira peitoral é presa à estrutura da cadeira, que geralmente se limita à altura do tórax e ao centro da lateral do cão.

Para casos em que o animal possui problemas de locomoção na região pélvica, há uma estrutura para manter a sustentação de seus membros, para que os mesmos não se arrastem pelo chão e se lesionem. Essa estrutura pode ser elaborada a partir da própria cadeira de rodas, seja por ganchos ou suporte para a pélvis, ou através de tecidos amarrados à mesma, conforme foi observado.

O material predominante na estrutura dos modelos selecionados é o alumínio, um metal que possui como características a leveza e a resistência. As barras roscadas sugeridas por Purin são, principalmente, encontradas galvanizadas, zincadas e em aço inoxidável.

A Impressão 3D permite a elaboração dos mais diversos tipos de geometria. Os dois modelos disponibilizados para impressão podem ser confeccionados com PLA ou ABS através da tecnologia FDM. No modelo “Bubbles”, para os membros dianteiros, até mesmo as rodas e a peça que suporta o dorso do animal são elaboradas através dessa tecnologia aditiva.

3.4. ENTREVISTAS COM TUTORES DE ANIMAIS CADEIRANTES

Esta fase foi desenvolvida com o intuito de complementar a Coleta de Dados com informações que não puderam ser obtidas nas etapas anteriores, como a relação do cão cadeirante com sua cadeira e opiniões do tutor sobre esses tipos de equipamentos, a fim de se obter mais informações para a elaboração do modelo e das diretrizes.

As entrevistas foram baseadas em 18 questões, incluindo uma pergunta com campo aberto para sugestões sobre a “cadeira ideal”. O questionário (Apêndice E) foi elaborado através do Google Forms e participaram ao todo 17 tutores de animais com problemas locomotores, sendo que um deles possuía mais de um animal cadeirante.

Conforme Pancotto (2015), gatos e outros animais também podem usar cadeiras de rodas; porém, dentre os tutores participantes, a maioria possuía cães cadeirantes (94,1% dos entrevistados). Pelas respostas obtidas, observou-se que o uso de cadeira de rodas é mais frequente em cães adultos, ou seja, que não estão mais em fase de crescimento, e a maioria dos tutores participantes possuem cães com mais de 5 anos (58,5%). A respeito das afecções que levaram ao problema de locomoção, seja paresia, paralisia ou ataxia, as lesões na coluna tiveram maior incidência, de 52,9% dos pacientes. (Figuras 28, 29 e 30).

Figura 28. Espécie do animal cadeirante.



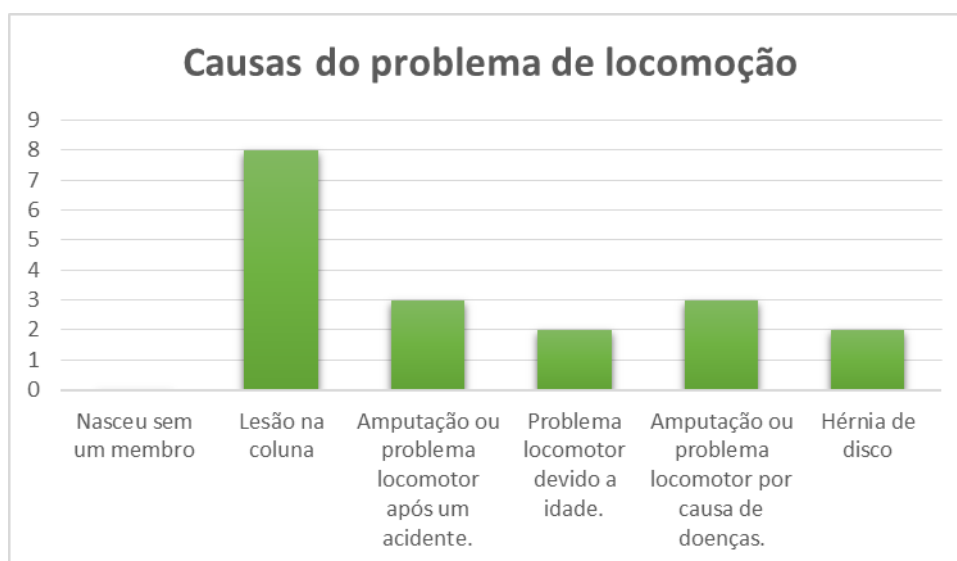
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 29. Idade do animal cadeirante.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 30. Causas do problema de locomoção.



Fonte: Elaborado pela autora.

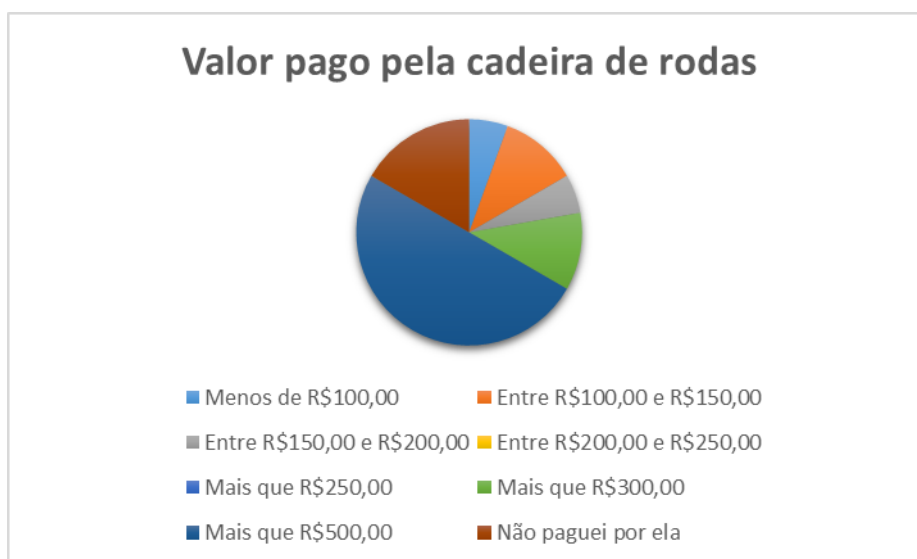
Segundo os tutores entrevistados, a maioria dos cães se adaptou rapidamente ao aparelho, em apenas um dia (41,2%), e se tornaram mais dispostos e felizes. Entretanto, 29,4% dos entrevistados relataram que seus cães ainda não se habituaram às suas cadeiras de rodas. Sobre o valor pago nos aparelhos, 29,4% dos tutores acharam o valor alto pelo que era oferecido, embora 41,2% considerassem o preço justo e 11,8% achassem barato. (Figuras 31, 32 e 33).

Figura 31. Tempo que o animal levou para se habituar à cadeira de rodas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 32. Valor pago pela cadeira de rodas.



Fonte: Elaborado pela autora.

A maior parte dos entrevistados pagou mais de R\$500,00 por uma cadeira (47,1%). Como os resultados estavam misturados para a geração das estatísticas e houve tutores que pagaram valores distintos ou até mesmo ganharam os equipamentos, julgou-se necessário separar as informações coletadas. Analisando mais profundamente as respostas obtidas nesta questão, foi possível constatar que 66,6% dos tutores que pagaram mais de R\$500,00 acharam os aparelhos caros; o restante achou justo. Todos que pagaram até R\$300,00 acharam barato ou justo.

Figura 33. Opinião do tutor sobre o valor pago.



Fonte: Elaborado pela autora.

Embora diferentes modelos de cadeiras tenham sido utilizados pelos cães dos entrevistados, todos os modelos em questão possuíam alguma deficiência relatada na entrevista, sendo as queixas mais frequentes sobre o desempenho em diferentes tipos de terreno, falta de estabilidade, ausência de regulagens, uso de materiais pesados, arraste dos membros do animal no solo, e até mesmo que provocam escaras e lesões no animal.

Dentre os entrevistados, apenas 2 confeccionaram a própria cadeira, e embora a maioria dos modelos tenha sido comprada pronta, cerca de 47,1% dos entrevistados precisaram fazer ajustes nos modelos, o que comprova a importância da existência de cadeiras ajustáveis (Figura 34).

Figura 34. Realização de ajustes nas cadeiras de rodas prontas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, foi aberto um campo para os tutores enviarem sugestões sobre o “modelo ideal”. Houve opiniões a respeito do material, que poderia ser de melhor qualidade, mais leve, resistente, de fácil limpeza e que não seja abusivo à pele do animal. Também foi destacada a importância de um suporte para os membros pélvicos, para que eles fiquem presos e não se arrastem pelo chão, como geralmente ocorre em cães com problemas de locomoção na região pélvica. Houve também sugestões a respeito da importância de modelos estáveis, com melhor fixação, para o animal não cair enquanto corre ou anda em terrenos disformes, que sejam adaptáveis, ergonômicos, fáceis de montar e desmontar, e com estrutura menos rígida.

E ainda, como diversos tutores relataram dificuldades para colocar e remover o animal da cadeira, sendo essa uma tarefa que pode gerar estresse, surgiram algumas sugestões sobre esse quesito. Devido a essa dificuldade para remover o cão da cadeira de rodas, um

entrevistado sugeriu a criação de um modelo dobrável que permita que o animal descanse deitado, sem precisar ser removido do equipamento (Apêndice E).

3.5. ESTUDO DE CASO

Para o melhor entendimento dos processos adotados na confecção artesanal (não-industrial) de cadeiras de rodas para cães, que proporcionarão a realização de testes comparativos e o levantamento de informações importantes para a execução da etapa de Criatividade (C), foi incluída mais esta etapa, Estudo de Caso, na metodologia adotada.

Através da busca no Google por tutoriais para a confecção de cadeiras de rodas para cães, observou-se a predominância de métodos que utilizam tubos e conexões de PVC, embora também seja possível encontrar modelos com outros materiais, até mesmo com peças impressas em 3D.

Como foi dito anteriormente, os membros pélvicos são os mais acometidos por lesões (WENKEL, 2001); portanto, a busca por tutoriais foi direcionada para modelos que atendam a esses tipos de necessidade. Para a confecção das cadeiras com tubos e conexões de PVC, foi utilizado como guia o vídeo mais popular do segmento disponível no Youtube, e para os aparelhos com peças impressas em 3D foram escolhidos 3 modelos distintos disponibilizados em sites com arquivos *open source*. Também foi selecionado um modelo obtido por corte a laser, que chegou a ser confeccionado em acrílico e testado (Apêndice F); porém, como esse equipamento não trouxe contribuições significativas para o projeto, foi descartado deste capítulo.

Para a realização dos testes, foram selecionados 4 cães com deficiência locomotora, como lesão na coluna, hérnia de disco e distúrbios adquiridos devido à Cinomose. Os animais utilizariam, cada um, uma cadeira com peças de PVC e outra confeccionada a partir de tecnologias de Impressão 3D.

Como a maioria dos tutoriais utilizados não disponibilizava um sistema preciso para aferir as dimensões necessárias na confecção dos modelos, foi utilizado um tutorial criado pela VetCar (Figura 35), disponibilizado integralmente no Anexo 1. As dimensões aferidas através do diagrama estão disponíveis na Tabela 1.

Figura 35. Tutorial para medição de cães.

PARTE 2: AO PROPRIETÁRIO Este item é de TOTAL responsabilidade DO PROPRIETÁRIO
AS MEDIDAS DEVEM SER FEITAS POR PESSOAS PRÓXIMAS AO ANIMAL → LEIA COM MUITA ATENÇÃO →

Sendo o **VetCar** projetado com exclusividade, é fundamental atenção na execução das medidas. Apesar do animal não estar numa postura de normalidade, deve ser colocado EM PÉ com os membros tocando o chão como se estivesse normal. Peça ajuda e sustente-o como no teste da toalha. **NÃO DEIXE FOLGA NAS MEDIDAS: nós deixaremos.** A medida **C** está entre a dobra do pescoço até a dobra da cauda. A medida **G** é a circunferência da parte mais larga e alta de **UM** dos membros (virilha). As medidas **E, F, G** são círculos contornando no corpo do animal. As outras medidas devem ser feitas em linha reta. Na medida **J** não considerar vulva nem testículos.

A _____ B _____
 C _____ D _____
 E _____ F _____
 G _____ H _____
 I _____ J _____
 K _____ Obs.: J + K = B

ATENÇÃO
 E - F - G são CÍRCULOS
 Animal deve estar EM PÉ com a postura das pernas como se estivesse normal.

H - I
 Em linha reta
 Medir com régua rígida olhando de cima.

DICA IMPORTANTE
 Colocar o "zero" da régua no chão medindo B - J - K na sequência

SEJA CRITERIOSO NA EXECUÇÃO DAS MEDIDAS, PRINCIPALMENTE G e I. EM CASO DE DÚVIDAS, CONSULTE-NOS VIA FONE
 Opções desejadas: **PEDIDO DE URGÊNCIA** () **RODAS ESPECIAIS** () **PegLeve** () *vide verso

Como tomou conhecimento do **VetCar**: congresso, televisão, internet, veterinário, revistas (quais?).....

Atesto e firmo estar ciente e de acordo com todos os itens de ambas as páginas deste documento.

Assinatura do responsável pelo pedido _____

Data ____/____/____ 220709 ps

Fazer fotocópias para futuros pedidos

Fonte: Adaptado de VetCar.

Tabela 1. Medidas dos cães participantes do Estudo de Caso.

Medidas (Em cm)	Cão 1 (fêmea; 4 anos; 7.8kg; possui paralisia nos membros pélvicos há 1 ano devido a complicações da Cinomose)	Cão 2 (macho; 7 anos; 14kg; possui paresia nos membros pélvicos há 3 meses devido a um problema na hérnia de disco - em recuperação)	Cão 3 (macho; 6 anos; 15kg; possui paralisia nos membros pélvicos há 5 anos devido a uma lesão na coluna)	Cão 4 (fêmea; 11 anos; 8 kg; possui paresia nos membros pélvicos há 9 anos devido a uma lesão na coluna - atropelamento)
A	27	25	41	34
B	31	21	35	35
C	48	47	45	34
D	29	27	29,5	29
E	44,5	48,5	54	49
F	39	32	43	29
G	18	22	23	15
H	11,5	18	17	15
I	13	15	22	13
J	23	18	22	26
K	6	10	13	10

Fonte: Elaborado pela autora.

3.5.1. Cadeiras de PVC

Os tutoriais para a elaboração de cadeiras de rodas para cães, disponíveis na internet, mais populares e com maior número de visualizações são os que fazem uso do PVC (Policloreto de Vinila), o segundo termoplástico mais consumido em todo o mundo (MARTINS et al., 2004). Conforme o Instituto Brasileiro do PVC, em razão de sua versatilidade, o PVC pode ser aplicado nos mais diversos setores, como na área médica, de transporte, na produção de mobiliário, embalagens e utilidades domésticas, como também na construção, através de tubos e conexões, sua aplicação mais utilizada no Brasil (MANCINI et al. 2007). É um material durável, leve, de fácil manuseio e resistente (INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC), ainda possui baixo custo e é de fácil acesso, tornando-o propício para a confecção de aparelhos acessíveis.

Para a confecção dessas cadeiras de rodas, foram escolhidos tubos e conexões de PVC soldável com 20mm de diâmetro. Conforme a Fabricante Amanco, é um material com vida útil de 50 anos em instalações prediais, porém devido à constante exposição do cão a atritos e sol, essa durabilidade pode ser inferior. Contudo, como é um material de baixo custo, fácil de se encontrar e de manusear, pode ser facilmente substituído após o desgaste, através de novos encaixes.

A montagem foi baseada no tutorial “Como fazer cadeirinha de rodas para cães”, que possui 12:34 de duração e se encontra disponível no Youtube (Figura 36). Para a elaboração de cada unidade deste projeto, foram necessários, aproximadamente, 1,90m a 2,50m de tubos de PVC soldável, que variavam conforme as dimensões do cão, 6 “tês”, 2 “joelhos de 90°”, 2 “joelhos de 45°” e 4 “caps”, também soldáveis (Figura 37).

Figura 36. Tutorial para a confecção de cadeiras de rodas com PVC.



Fonte: Barbosa (2013).

Figura 37. Conexões de PVC.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como o tutorial em questão não disponibiliza informações sobre as dimensões necessárias para a confecção do modelo, nem como aferi-las, o sistema desenvolvido pela VetCar (Figura 35) foi adotado (Tabela 1). Para a construção das estruturas, os tubos de PVC foram cortados manualmente por meio de serra (Figura 38), e montados de maneira similar ao modelo proposto no vídeo.

Figura 38. A: Corte com serra manual; B: Peças cortadas conforme as medidas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por meio de pequenos testes, foi possível observar que os pedaços de tubo se encaixam com maior facilidade após serem esquentados ligeiramente. Dessa forma, os tubos foram aquecidos com um maçarico e, posteriormente, lixados com lixas d'água. Para conferir maior fixação e resistência à cadeira, houve aplicação de cola própria para PVC, comprada em

uma loja de materiais de construção (Figura 39). Assim como os tubos, o interior de cada conexão foi lixado, com o intuito de melhorar a adesão da cola. Cada cadeira demorou cerca de duas horas e meia para ficar pronta.

Figura 39. Aplicação de cola no cano lixado para fixação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Depois de montadas as estruturas, as cadeiras estavam prontas para a adição das rodas e dos tecidos para sustentação e fixação do equipamento ao cão. Para essas cadeiras, foram compradas rodas de carrinhos de feira (Figura 40), cujos eixos foram confeccionados com barras roscadas zincadas, fixadas por duas porcas sextavadas autotravantes e duas arruelas, cada.

Figura 40. Rodas utilizadas na confecção das cadeiras.

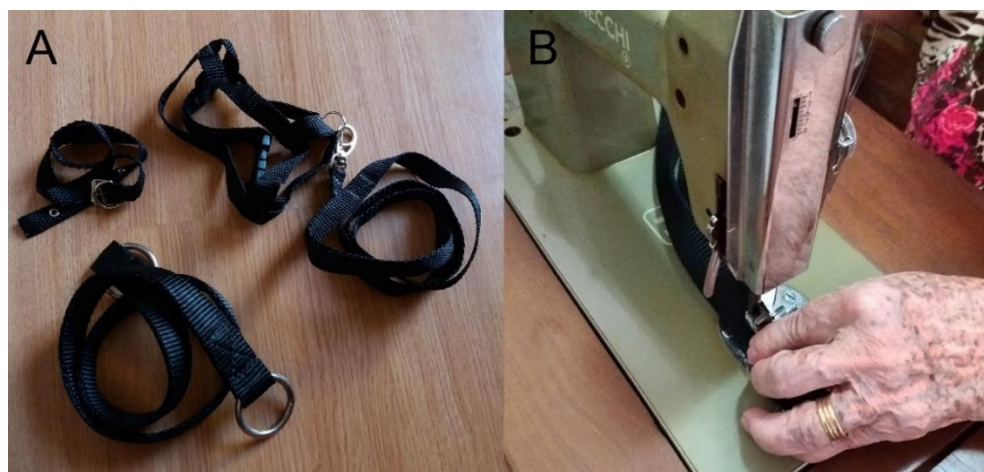


Fonte: Elaborado pela autora.

Para a construção do suporte para o corpo do cão, foram utilizadas guias de coleira, de *nylon* (Figura 41A), cortadas, costuradas (Figura 41B) e envolvidas por um tecido estofado

(Figura 42) com o intuito de conferir maior conforto ao animal, complementando, assim, a sugestão do tutorial utilizado. Em aproximadamente 2 horas e 25 minutos, todos os acessórios das quatro cadeiras foram medidos, cortados e costurados. Para a fixação, o cão utilizou uma coleira peitoral, que foi presa à cadeira através de tiras de velcro.

Figura 41. A: Guias de coleira utilizadas para o suporte do animal na cadeira; B: Costura das guias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 42. A: Confeção de suportes para o dorso dos cães. B: Costura dos suportes.



Fonte: Elaborado pela autora.

O tempo médio gasto na confecção de cada unidade foi de 3 horas e 40 minutos e o custo aproximado de cada cadeira de PVC pronta (Figura 43) correspondeu a R\$60,14, conforme a Tabela 2.

Figura 43. Cadeira de rodas feita com PVC finalizada.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2. Materiais e custos das cadeiras de PVC.

Material	Custo (R\$)
Tubos de PVC e Conexões (8 metros de tubo + 24 “tês” + 8 “joelhos 90°” + 8 “joelhos 45°” + 4 “caps”)	107,76
Lixas d’água (3 unidades)	6,60
Colas de PVC (3 unidades)	25,40
Rodas (16 unidades)	23,92
Barras Roscadas Zincadas (3 unidades)	11,70
Porcas Sextavadas Autotravantes (8 unidades)	2,40
Arruelas (8 unidades)	0,80
Tecidos para sustentação (7m de guia de 1,5cm + 1m de tecido almofadado)	62,00
Total	240,56
Valor dividido por 4 (unidades)	60,14 cada

Fonte: Elaborado pela autora.

As principais vantagens desse modelo confeccionado são o baixo custo e facilidade de compra do material principal, já que o PVC é fácil de ser encontrado. Porém, embora as medidas tenham sido aferidas dos próprios cães, para a construção de cadeiras personalizadas, surgiram pequenas imprecisões dimensionais. Acredita-se que o problema ocorreu em decorrência da falta de informações sobre as dimensões necessárias para a construção do modelo. Essa ausência de informações dimensionais também gerou contratempos devido à realização de cortes com dimensões erradas e consequente desperdício de uma parte do material, que ocasionaram o atraso no desenvolvimento desses modelos.

Uma solução para esse problema é que, talvez, se os cães estivessem disponíveis durante a medição, regulagem e montagem das cadeiras, antes do uso da cola, para uma possível prova e acerto de medidas, tais imprecisões não ocorressem no modelo finalizado. Mas vale destacar a importância de informações ou de um manual sobre dimensões necessárias a fim de se evitar atrasos e desperdícios.

Esses aparelhos locomotores foram testados nos cães e se mostraram resistentes (Figura 44), embora de difícil fixação. O modelo não possui encaixes determinados para facilitar a instalação do cão na cadeira, inclusive, alguns animais apresentaram resistência, ansiedade ou estresse durante o processo.

Além disso, é importante destacar que, devido ao comprimento da barra lateral, esses animais não se sentiram confortáveis para se locomover, permanecendo parados ou chocando os membros torácicos contra as barras, que se mostraram maiores do que o necessário. Devido à ausência de uma tabela de dimensões necessárias e orientações para construção, as barras laterais foram confeccionadas com dimensões até o peito do cão, assim como o modelo do tutorial, embora alguns modelos disponíveis no mercado e patenteados possuam estas estruturas com comprimentos menores, situando-se até o início dos membros torácicos, na altura do tórax (Figura 45). Em virtude disso, esses testes proporcionaram a constatação de que o tamanho da barra lateral possui importância no deslocamento do cão cadeirante e que dimensões superiores que as necessárias podem dificultar sua locomoção, como aconteceu nos modelos construídos.

Figura 44. Cães 1, 3 e 2, respectivamente, utilizando as cadeiras de PVC.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 45. Comprimentos das barras laterais em modelos do mercado, limitados pela cor vermelha.



Fonte: Adaptado de VetCar e *Dog Locomotion*.

Como o tutorial em questão não disponibilizava informações ou sugestões para um suporte suspenso para os membros pélvicos, as cadeiras foram confeccionadas sem o mesmo. Por meio desses testes, também foi possível averiguar a importância desses suportes para os membros pélvicos do animal cadeirante, pois uma vez que estes não se locomovem, podem arrastar-se pelo chão conforme o cão anda com a cadeira, principalmente quando há lesões graves, como as de origem neurológica, e o movimento dos membros é comprometido.

Para contornar esses problemas, uma das cadeiras de PVC foi refeita de modo que fossem incluídas as observações constatadas acima, com a barra lateral mais curta e com um suporte para os membros traseiros, improvisado com guia de coleira, para confirmar as observações constatadas com os testes (Figura 46).

Figura 46. Cão 4 utilizando a cadeira com barra lateral mais curta e suporte para os membros pélvicos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Essas alterações, comprimento da barra e inclusão de suporte, proporcionaram ao cão maior conforto e melhor mobilidade, que conseguiu se locomover pelo espaço com o auxílio da cadeira, comprovando, assim, os pontos observados a respeito desses itens.

3.5.2. Cadeiras com tecnologias de Prototipagem Rápida

Para essa etapa do Estudo de Caso, foi necessário buscar por modelos de cadeiras de rodas produzidos por tecnologias de Prototipagem Rápida, e, ao se efetuar a busca para esta etapa do projeto, foram encontrados 3 modelos *open source* de diferentes cadeiras de rodas para membros pélvicos. Esses arquivos foram encontrados no site Thingiverse e já estavam no formato solicitado para a confecção (STL.).

As peças para a elaboração das cadeiras de rodas do presente capítulo foram confeccionadas no laboratório “Fab Lab Livre SP”, “Unidade Cidade Tiradentes”, através de máquinas de Prototipagem Rápida Sethi Ex (Sethi3D), e houve apenas a necessidade de agendar um horário e levar o insumo que seria utilizado na construção das peças, além dos arquivos para serem impressos. Os funcionários do laboratório posicionaram os modelos virtuais nas plataformas de construção das máquinas através do *software* livre Repetier Host, que também possibilitou estimar o tempo de confecção e o insumo requerido na construção da peça.

Modelo 1 – “Silla de Ruedas” (Thingiverse)

O modelo em questão (Figura 47) é indicado para cães com perda de mobilidade nos membros pélvicos e, como diferencial, possui peças frontais vazadas para o encaixe de elementos para fixação do cão à cadeira. Para a construção da estrutura, é sugerido o uso de tubos de alumínio com 20mm de diâmetro. Além da informação sobre o uso dos tubos, se encontra disponível uma sugestão de modelo de roda para essa cadeira; porém, não são disponibilizadas informações sobre dimensões necessárias para a confecção e um manual a respeito da montagem. Assim sendo, as dimensões obtidas através do diagrama disponibilizado pela VetCar (Figura 35) também foram adotadas.

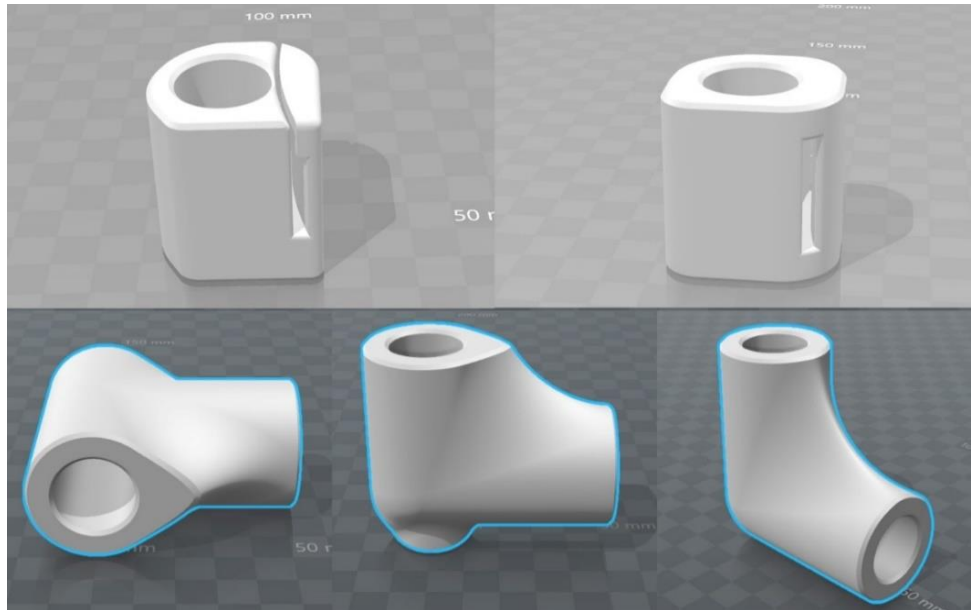
Figura 47. Modelo 1 - Silla de ruedas para perro (Dog Wheelchair).



Fonte: Thingiverse (2017).

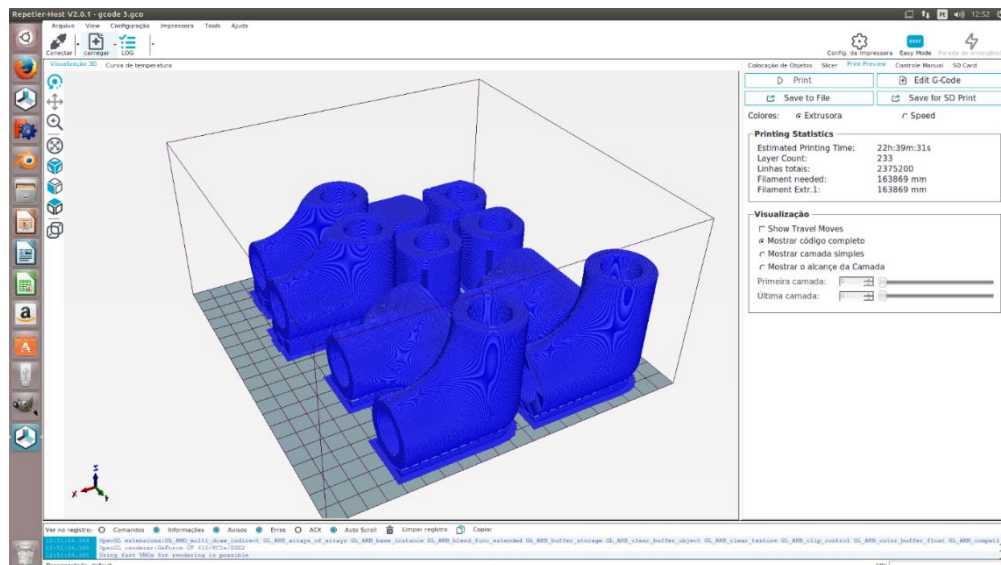
O arquivo, composto por 5 peças diferentes (Figura 48), que seriam produzidas duplicadas, para os dois lados, foi impresso em cerca de 22 horas e 39 minutos, conforme a Figura 49, que apresenta a preparação do arquivo para a impressão. O rolo de 1kg (com aproximadamente 455m) de PLA natural, utilizado na construção deste e dos outros modelos impressos do presente estudo, custou R\$129,90 e, para a construção dessas peças, foram necessários 163.869mm desse filamento.

Figura 48. Arquivo “Silla de Ruedas” em 3D.



Fonte: Thingiverse (2017).

Figura 49. Arquivo “Silla de Ruedas” sendo preparado para impressão.



Fonte: Elaborado pela autora.

Devido às suas geometrias, essas peças precisaram da elaboração de suportes para a construção, que foram posteriormente removidos com estilete e alicate (Figura 50), que acabaram lesionando algumas áreas. Esse processo de remoção durou, aproximadamente, 50 minutos; a partir disso, as peças já estavam prontas para a montagem das cadeiras (Figura 51).

Os suportes servem para a construção de partes destacáveis de um objeto ou para servir de apoio para partes suspensas, durante a confecção da peça. Como esses suportes

fazem uso de mais material (insumo), demandam mais tempo de impressão e ainda podem prejudicar a qualidade superficial da peça, é recomendado evitar o uso dos mesmos (AZEVEDO, F., 2013).

Figura 50. Remoção do suporte com estilete e alicate.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 51. Peças prontas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em virtude da ausência de uma tabela com orientações a respeito das dimensões, houve um contratempo no corte dos tubos de alumínio, que totalizaram 1,70m. Os tubos ficaram maiores que o necessário (Figura 52), como aconteceu com as cadeiras de PVC, mas esse incidente acabou não sendo um grande problema, já que para o conserto bastava a remoção da parte excedente. Porém, em um projeto para o qual o material é limitado ou caso

fosse uma situação oposta, em que as medidas estivessem abaixo das necessárias, haveria desperdício de material.

Figura 52. Tubos de alumínio para a montagem do Modelo 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Embora não tenha sido citado no site, para a montagem da cadeira e fixação das peças nos tubos, foi necessário o uso de uma cola epóxi, capaz de colar diferentes tipos de materiais, como plásticos e metais, já que a estrutura não permanecia firme sem a cola, pois as peças possuíam pequenas folgas e acabavam deslizando pelo tubo. A cura inicial da cola epóxi ocorre em 10 minutos; porém, segundo as orientações da embalagem, apenas em 8 horas a peça ficaria totalmente firme.

Como não havia nenhuma sugestão para a elaboração do suporte para o corpo do cão, foram utilizadas guias de coleira e tecido almofadado, da mesma forma como foi feito nas cadeiras de PVC. Para fixar o corpo do cão à cadeira e proporcionar a sua locomoção, foi utilizada uma guia peitoral do próprio animal (Figura 53), que foi presa às peças frontais com tiras de velcro.

As rodas utilizadas foram as mesmas das cadeiras de PVC, de carrinhos de feira, da mesma forma que o eixo foi confeccionado com barra zincada roscada, sendo que nesse modelo foi cerca de meio metro. Para a fixação do eixo, foram utilizadas duas porcas autotravantes e duas arruelas. Essas decisões foram tomadas pela própria autora devido à ausência dessas informações no tutorial em questão.

O custo aproximado do modelo 1 produzido foi R\$90,71 (Tabela 3), que levou 32 horas e 24 minutos para ser concluído (contando o tempo de produção da peça, remoção dos suportes, medição e corte dos tubos e elaboração das estruturas de tecido).

Figura 53. Modelo 1 finalizado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3. Materiais e custos do Modelo 1.

Material	Custo (R\$)
Filamento utilizado (163.869 mm)	46,78
Barra de alumínio com 20mm de diâmetro (1,70m)	7,65
Cola Epóxi (1 unidade)	12,20
Rodas (2 unidades)	5,98
Barras Roscadas Zincadas (1/2 unidade)	1,80
Porcas Sextavadas Autotravantes (2 unidades)	0,60
Arruelas (2 unidades)	0,20
Tecidos para sustentação (45cm de guia de 1,5cm + 20cm de tecido almofadado)	15,50.
Total	90,71

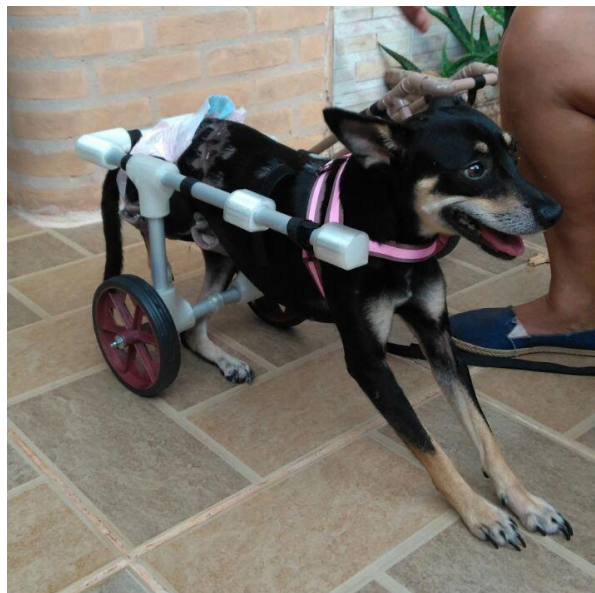
Fonte: Elaborado pela autora.

Na ilustração do modelo do *site*, a cadeira em questão também apresenta as barras laterais que vão do começo ao fim do corpo do animal. Da mesma forma como foi observado no tutorial de cadeiras de PVC, essa barra comprida dificultou a locomoção do animal, que permaneceu parado e sem intenções de se locomover.

Muitos cães com problemas locomotores utilizam fraldas, devido à falta de controle na parte pélvica, que fazem os animais urinarem e defecarem involuntariamente. Deve-se, portanto, existir um espaço maior, uma folga, para a utilização da fralda, e que as medidas do cão sejam aferidas, de preferência, com ele vestindo a mesma.

Como a estrutura já estava colada, não foi possível efetuar a regulagem. E ainda, assim como no modelo de PVC, não havia uma peça para o suporte dos membros pélvicos, nem um manual a respeito de dimensões necessárias, que também implicaram na dificuldade de locomoção do cão (Figura 54).

Figura 54. Cão 1 utilizando o Modelo 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Modelo 2 – “Figo” (*Thingiverse*)

Mais detalhado que o primeiro, esse tutorial continha informações sobre dimensões e até mesmo a respeito de materiais necessários para a construção da cadeira. Para a montagem, foi indicado o uso de “Gorilla Glue”; porém, como é um produto difícil de ser encontrado no Brasil, foi utilizada também a cola epóxi, que precisa de 8 horas para secagem total. Outro material indicado no tutorial foi um tubo transparente, como o que aparece na Figura 55, entretanto, por ser outro material de difícil acesso, foi utilizado o tubo de alumínio de

20mm de diâmetro, da mesma forma como foi proposto no Modelo 1. Como o site permite a edição dos arquivos 3D, os diâmetros dos orifícios das peças foram alterados de 19mm para 20mm, tamanho do diâmetro do tubo de alumínio.

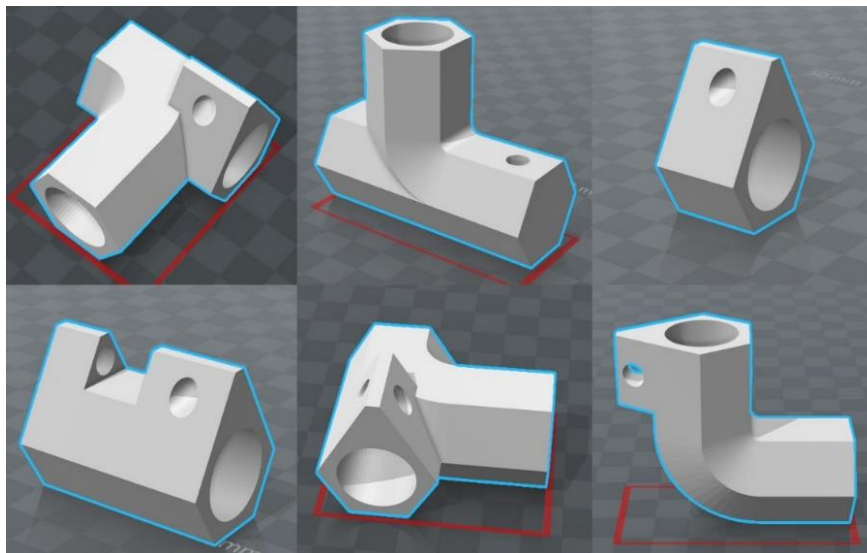
Figura 55. Modelo 2 - Figo | *Rear Support Pet Wheelchair*.



Fonte: Thingiverse (2016).

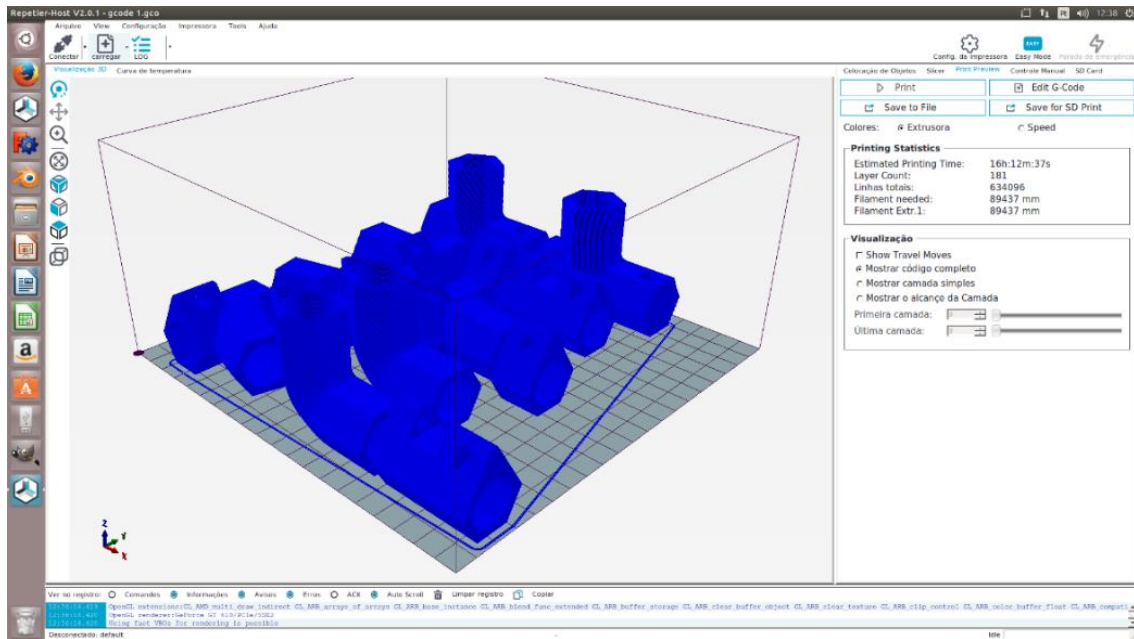
O Modelo 2 era composto por 7 arquivos diferentes (Figura 56), sendo dois deles extras, para caso houvesse a necessidade de construir uma cadeira de rodas com angulação na base, o que não foi o caso do modelo confeccionado através desse método. As peças demoraram cerca de 16 horas e 12 minutos para ficarem prontas e precisaram de aproximadamente 89.437mm de filamento (Figura 57).

Figura 56. Arquivo "Figo" em 3D.



Fonte: Thingiverse (2016).

Figura 57. Arquivo "Figo" sendo preparado para impressão.



Fonte: Elaborado pela autora.

As peças finais não necessitaram de suportes; portanto, já estavam prontas para a montagem da cadeira logo após a impressão (Figura 58).

Figura 58. Peças da cadeira "Figo" prontas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os tubos de alumínio foram cortados com uma serra, de acordo com as dimensões solicitadas pelo tutorial. Contudo, embora tenha sido mais detalhado que o Modelo 1, uma das medidas requeridas não contava com a altura que a roda traria para a cadeira, ou seja, o tubo foi cortado sem desprezar o diâmetro da roda, que, no final, deixaria o equipamento um pouco mais alto que o desejado, sendo necessária a remoção dessa parte excedente (Figura 59).

Figura 59. Correção das medidas excedentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para um teste de desempenho, foram utilizados outros tipos de rodas, diferentes das elegidas para o Modelo 1 e para as cadeiras de PVC. Foram escolhidas rodas de apoio para bicicleta infantil, que possuem diâmetro similar ao da utilizada pelo tutorial, 10cm. Para o eixo, também foi utilizada parte de uma barra zincada roscada, presa com duas porcas autotravantes e duas arruelas.

Neste modelo, havia o espaço para parafusar tiras de tecido, como os de guias de coleira, no qual também foram adicionados tecidos almofadados para conferir maior conforto ao animal (Figura 60). A existência desses orifícios permitiu o melhor entendimento da localização dessas estruturas de sustentação e fixação no equipamento em questão.

O custo total da cadeira confeccionada através desse tutorial foi R\$70,58 (Tabela 4) e o tempo despendido para a montagem dela foi de 1 hora e 45 minutos, que, somado ao tempo de impressão, secagem da cola e elaboração das estruturas de sustentação e fixação, resultou em um total de 25 horas e 57 minutos para a confecção deste modelo.

Figura 60. Modelo 2 finalizado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 4. Materiais e custos do modelo 2.

Material	Custo (R\$)
Filamento utilizado (89.437mm)	25,53.
Barra de alumínio com 20mm de diâmetro (1,90m)	8,55
Cola Epóxi (1 unidade)	12,20
Rodas de apoio para bicicleta infantil (par)	5,00
Barras Roscadas Zincadas (meia unidade)	1,80
Porcas Sextavadas Autotravantes (2 unidades)	0,60
Arruelas (2 unidades)	0,20
Tecidos para sustentação (45cm de guia de 1,5cm +20cm de tecido almofadado)	15,50.
Parafusos e porcas (5 unidades de cada)	1,20.
Total	70,58

Fonte: Elaborado pela autora.

Por meio dos testes com o cão 3 (Figura 61), foi observado que o tamanho da roda possui importância em uma cadeira de rodas. Como foi dito anteriormente, neste modelo, foram utilizadas rodas com proporções similares às solicitadas no tutorial em questão, mas elas não tiveram bom desempenho em alguns terrenos e na subida de pequenos degraus. De acordo com *Animal Wellness* (2016), rodas grandes proporcionam estabilidade extra em terrenos desiguais, sendo que estas eram pequenas.

Figura 61. Cão utilizando o Modelo 2.



Fonte: Elaborado pela autora.

As medidas das barras laterais, baseadas no tutorial, e a ausência de um suporte para os membros pélvicos dificultaram a utilização da cadeira pelo cão, da mesma forma como aconteceu no Modelo 1 e nos modelos de PVC. Como a cadeira já estava colada, não foi possível efetuar a regulagem.

Modelo 3 – “Branco” (*Thingiverse*)

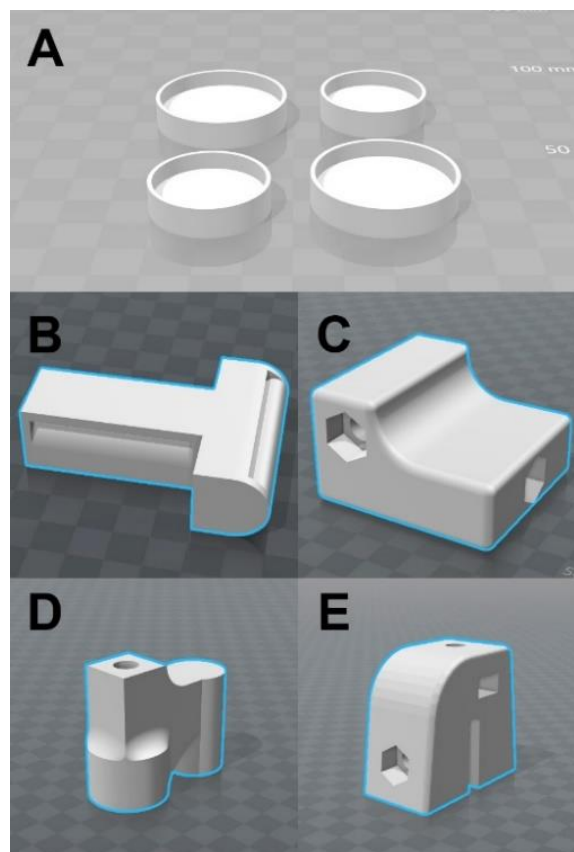
O último modelo produzido neste Estudo de Caso foi citado anteriormente no Capítulo 3.3. Esta cadeira de rodas (Figura 62), desenvolvida para um cão com deficiência nos membros traseiros, pode ser ajustada devido ao formato e disposição das peças. O tutorial, inclusive, disponibiliza opções para a confecção de rodas com rolamento e de luzes refletoras para a parte traseira (Figura 63A). Muito embora forneça informações sobre materiais necessários, da mesma forma que o Modelo 2, o tutorial não disponibiliza um sistema de medidas detalhado.

Figura 62. Modelo 3 - *Adjustable Wheelchair for Dog (Branco Project)*.



Fonte: *Thingiverse* (2014).

Figura 63. Arquivo “Branco” em 3D.

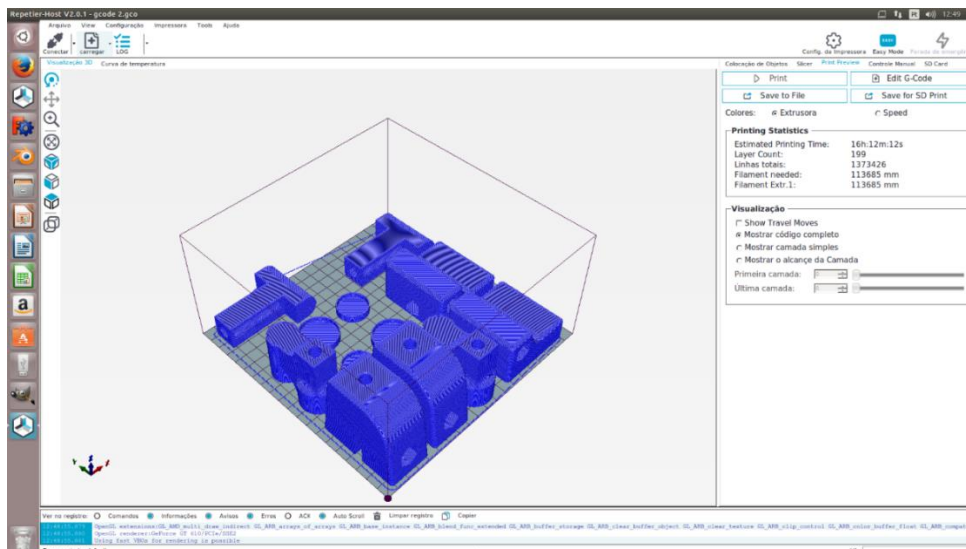


Fonte: *Thingiverse* (2014).

Embora as peças para a simulação de faróis traseiros tenham sido incluídas nos arquivos para a impressão (Figura 64), por serem produzidas no mesmo material do restante das peças, tiveram pouca eficiência e destaque no resultado final. Sendo indicada, nesse caso,

a produção das mesmas em uma cor diferente. Os arquivos foram impressos em, aproximadamente, 16 horas e 12 minutos, utilizando cerca de 113.685mm de filamento.

Figura 64. Arquivo "Branco" sendo preparado para impressão.



Fonte: Elaborado pela autora.

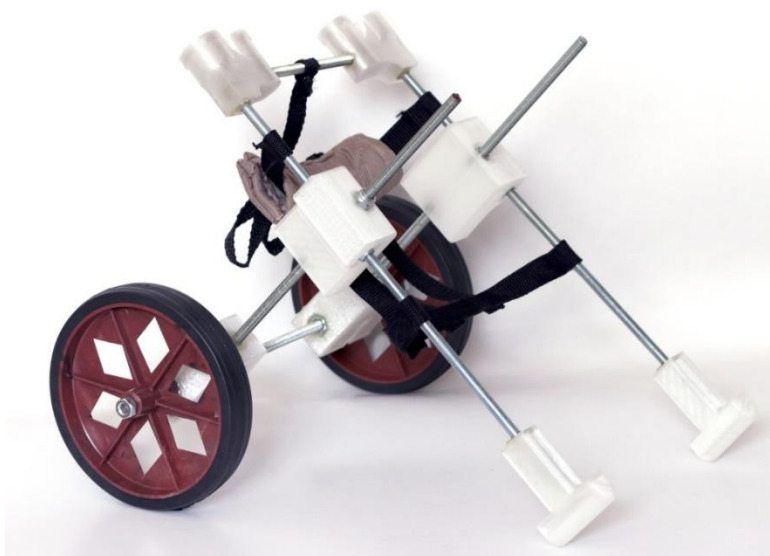
O tutorial indicou o uso de barra roscada e porcas para a montagem, sendo necessárias duas unidades de 1m e 14 porcas autotravantes. O tutorial não mencionou o uso de cola para a fixação da base e das partes traseira e dianteira da cadeira; porém, durante a sua montagem, foi percebida a sua importância, sendo utilizada também a cola epóxi.

Para este modelo, as rodas elegidas foram as de carrinho de feira, já que as de apoio para bicicleta, utilizadas no Modelo 2, não foram eficientes. Essas rodas foram fixadas por duas porcas e duas arruelas.

Da mesma forma que nos modelos 1 e 2, duas peças possuíam orifícios, no caso as frontais, pelos quais foi possível passar as estruturas de fixação do cão à cadeira, sendo estas também confeccionadas com guias de nylon e tecido almofadado.

Além da ausência de uma tabela detalhada de medidas, outro ponto que deve ser destacado neste tutorial é a ausência de um suporte para os membros pélvicos, da mesma forma como ocorreu nos modelos anteriores. Portanto, constatada a sua importância através da análise dos outros equipamentos, um suporte de guia de coleira improvisado foi inserido no modelo (Figura 65).

Figura 65. Modelo 3 finalizado.



Fonte: Elaborado pela autora.

O custo estipulado deste equipamento foi de R\$78,33 (Tabela 5) e o tempo total despendido na confecção da cadeira foi de 2 horas e 25 minutos, que, somado ao tempo de cura da cola, montagem e impressão, totalizou 26 horas e 37 minutos.

Tabela 5. Materiais e custos do modelo 3.

Material	Custo (R\$)
Filamento utilizado (113.685mm)	32,45.
Cola Epóxi (1 unidade)	12,20
Rodas de carrinho de feira (2 unidades)	5,98
Barras Roscadas Zincadas (2 unidades)	7,80
Porcas Sextavadas Autotravantes (16 unidades)	4,20
Arruelas (2 unidades)	0,20
Tecidos para sustentação (45cm de guia de 1,5cm +20cm de tecido almofadado)	15,50.
Total	78,33

Fonte: Elaborado pela autora.

A vantagem deste modelo, em comparação aos demais, é a possibilidade de efetuar ajustes pelas porcas (Figura 66), caso alguma medida esteja errada, como também em situações onde o animal esteja em fase de crescimento. Os ajustes são possíveis nas barras relativas ao comprimento, altura e na largura (na parte inferior da cadeira) do modelo, exceto na parte posterior e frontal, pois as peças precisaram ser coladas.

Figura 66. Cão 4 utilizando o Modelo 3.



Fonte: Elaborado pela autora.

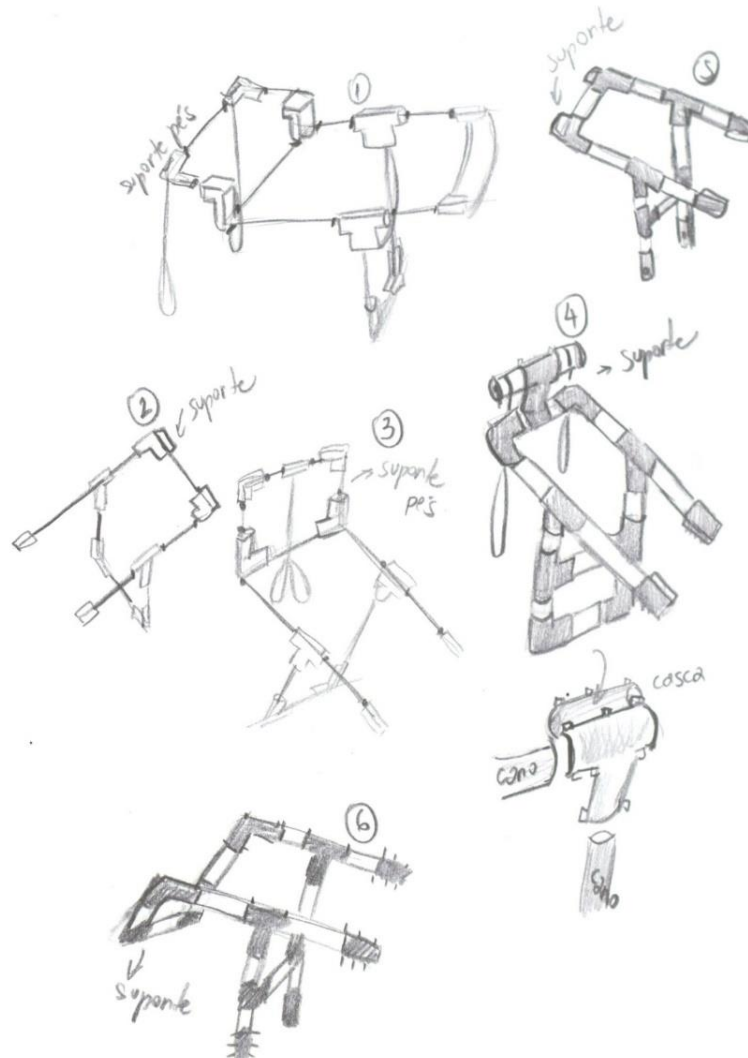
Por ser ajustável, esta cadeira de rodas propiciou melhor adaptação ao cão que as demais analisadas. Os suportes improvisados também trouxeram melhorias ao modelo, proporcionando maior segurança ao cão. Contudo, para ser considerado melhor e proporcionar ao cão mais equilíbrio na cadeira, seria necessário que o apoio para os membros pélvicos fosse situado mais ao alto e distante das nádegas do animal. A cadeira estava tombando para trás por não proporcionar equilíbrio entre a parte dianteira e traseira do corpo do animal, em virtude de as patas estarem encolhidas e não esticadas.

Outro fator que deve ser destacado é o uso da barra roscada zincada. Esse metal, por ter sido manipulado manualmente, apresentou alterações de cores em algumas partes, sinais de oxidação.

3.6. CRIATIVIDADE (C)

As informações obtidas nas fases anteriores foram fundamentais para a execução dessa etapa de esboços visando à solução do Problema (P). Foram elaborados sketches de possíveis aparelhos locomotores que tivessem melhor desempenho do que os testados no Estudo de Caso. Para isso, foram acrescentados, nos esboços, os suportes para os membros pélvicos e procurou-se elaborar estruturas ajustáveis com as barras laterais posicionadas até o tórax do animal. Por ser adaptável e ter apresentado resultados melhores que as demais cadeiras construídas, o Modelo 3, do estudo de caso, foi selecionado como referência para a maioria dos sketches (Figura 67).

Figura 67. Sketches.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.7. MATERIAIS E TECNOLOGIA

Os sketches da etapa Criatividade (C) foram elaborados de modo que pudessem ser confeccionados com materiais já utilizados no Estudo de Caso, como tubos de alumínio, barras roscadas zincadas, porcas, arruelas, guias de nylon, tecido almofadado, rodas de carrinhos de feira e PLA.

Conforme Garlotta (2001), o PLA poli(ácido láctico) pertence à família dos poliésteres alifáticos e são polímeros resistentes e biodegradáveis. De acordo com Brito et al. (2011), é um termoplástico sintetizado a partir do ácido láctico obtido de fontes renováveis que contenham amido ou açúcar, tais como batata, milho, trigo, cana-de-açúcar e beterraba.

Segundo a empresa internacional Nature Works, uma das maiores fabricantes de bioplásticos do mundo, os biopolímeros têm um grau de toxicidade baixo; por isso, em condições normais de uso, geralmente não há problemas em ingestão acidental ou contato com olhos e pele. Isso é uma vantagem, uma vez que este trabalho se trata da confecção de objetos para cães, que podem mastigar as partes das cadeiras de rodas.

De acordo com Falcone (2004), polímeros biodegradáveis podem ser utilizados em aplicações para as quais materiais tradicionais não são adequados, como na produção de sacos de lixos, embalagens com multicamadas (como de leites e frutas), copos de iogurte, cartões telefônicos, entre outros produtos que são descartados com mais facilidade. Ainda conforme Falcone (op. cit.), por serem “ambientalmente corretos”, nos últimos anos houve um aumento de interesse nesses materiais, embora eles não consigam competir com plásticos tradicionais nos quesitos preço e durabilidade.

Para Maia (2016), as vantagens do uso do PLA na impressão 3D são a sua rigidez, estabilidade dimensional e o fato de ele proporcionar a construção de peças detalhadas, inclusive apresenta melhores propriedades mecânicas que o ABS. Porém, como desvantagens estão sua menor resistência a atritos e a temperaturas elevadas (MAIA, op. cit.).

Para a impressão 3D, o PLA pode ser encontrado natural (transparente) e com cores (azul, vermelho, verde, amarelo, laranja, entre outras). O insumo escolhido para este projeto foi o natural, por ser levemente mais resistente que os outros, devido à ausência de pigmentos na composição, conforme o fabricante. A ausência de "poluentes" no material ajuda a colar melhor as camadas, deixando-as mais unidas, e, conseqüentemente, a peça fica mais forte.

3.8. EXPERIMENTAÇÃO (E)

O *sketch* 2 (Figuras 67) foi o elegido para a realização da fase de Experimentação (E), através da confecção de *mock-ups*. Esse *sketch* foi melhor trabalhado através da simulação de sua aplicação em um cão (Figura 68) e da elaboração detalhada das estruturas, de modo que

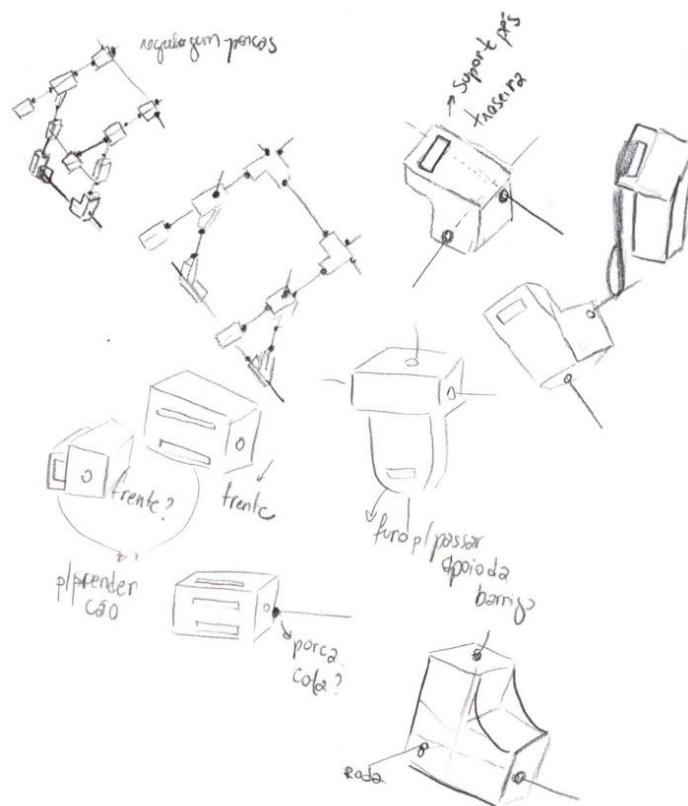
pudessem ser combinadas com barras roscadas e porcas, possibilitando, desta forma, a regulagem da cadeira e evitando o uso de cola (Figura 69).

Figura 68. *Sketch 2* aplicado em um cão.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 69. Estudo de possíveis peças do *Sketch 2*.



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Volpato (2007), o *mock-up* é um modelo físico, geralmente na escala natural (1:1), que “imita” o produto final, possuindo forma e dimensões similares ao design proposto, e sem custo elevado. Conforme Nishimura et al. (2016), a modelagem manual dos *mock-ups* permite sua experimentação durante a confecção. Devido a estas características, esses modelos de baixo custo podem ser utilizados para estudos, testes e avaliação do projeto (PASCHOARELLI et al.,2011).

Mesmo possuindo características dimensionais e morfológicas semelhantes ao produto final, o mock-up pode ser confeccionado com materiais diferentes e sem sistemas funcionais. Conforme Pereira (2015), estes modelos para comparação podem ser feitos manualmente, com papel, madeira e massa de modelar, ou através de tecnologias mais elaboradas, como a Prototipagem Rápida.

As peças do modelo selecionado foram modeladas manualmente por meio de massa epóxi e papel alumínio, que foi utilizado para diminuir o peso final do artefato (Figura 70). Através desses mock-ups foi possível analisar o volume e as dimensões das peças, que facilitaram a criação dos modelos virtuais.

Figura 70. Mock-ups do Sketch 2

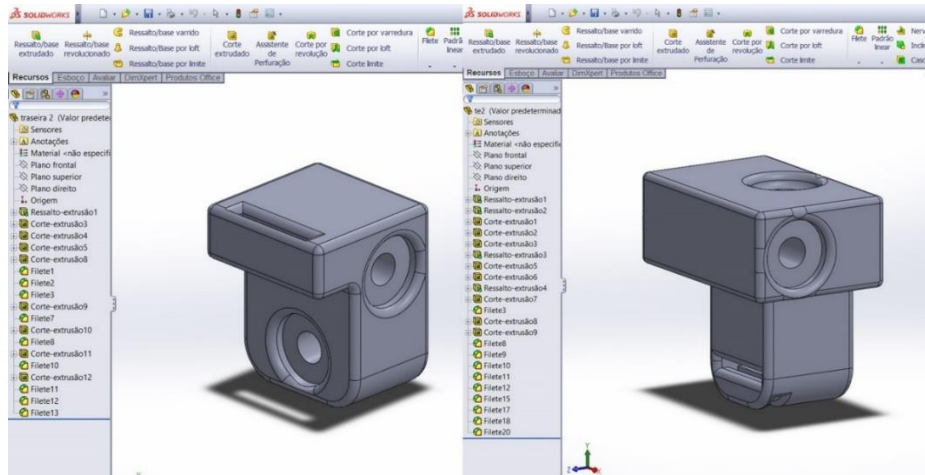


Fonte: Elaborado pela autora.

3.9. MODELO (M) – MODELAGEM VIRTUAL E IMPRESSÃO 3D

Para a elaboração de um protótipo para impressão (M), foram utilizados os *sketches* e as medidas obtidas nas peças de massa epóxi, coletadas com uma trena. A modelagem das peças virtuais ocorreu no *software* SolidWorks 2013 (Figura 71) e os arquivos gerados foram convertidos em STL (extensão reconhecida pelas tecnologias de Prototipagem Rápida).

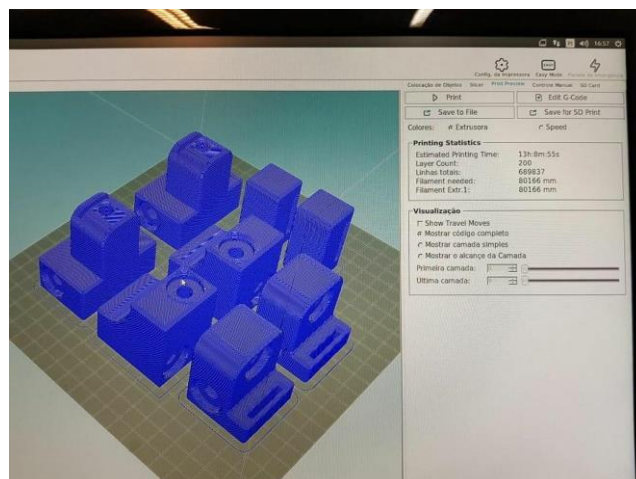
Figura 71. Modelagem de algumas peças do Sketch 2



Fonte: Elaborado pela autora.

As peças foram confeccionadas em PLA natural, material também utilizado no Estudo de Caso, através de máquinas de Prototipagem Rápida Sethi Ex (Sethi3D), na Unidade “Galeria Olido” da “Fab Lab Livre SP”. Os arquivos virtuais foram posicionados na plataforma de construção, também pelo do *software* livre Repetier Host, de modo que fosse evitada a inclusão de suportes. A impressão dessas peças demorou 13 horas e 8 minutos para ser finalizada (Figura 72) e teve o custo aproximado de R\$22,88, estipulado pela quantidade de insumo requerido (80.166).

Figura 72. Arquivos prontos para a impressão.

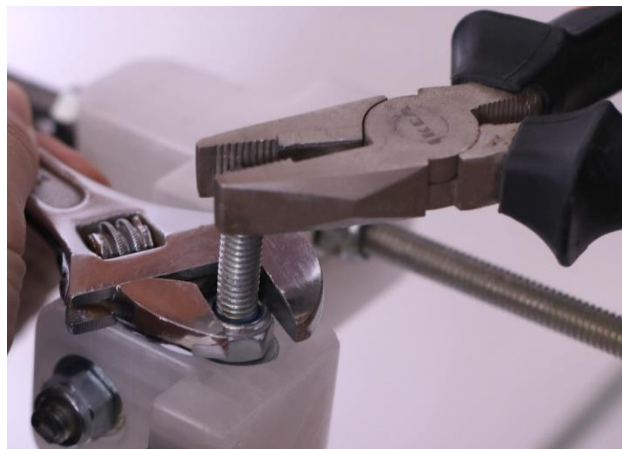


Fonte: Elaborado pela autora.

Para a montagem, foram utilizadas 2 barras roscadas zincadas de 1 metro, 24 porcas sextavadas autotravantes e 24 arruelas, que foram manipuladas com chave inglesa e alicate,

sem o contato direto das mãos, visando evitar a oxidação (Figura 73), como ocorreu no modelo 3, confeccionado no Estudo de Caso. Essas barras foram cortadas com dimensões superiores, aproximadamente 7cm a mais do que as aferidas do cão, a fim de proporcionar a regulação e ainda sobrar uma folga para o corpo do animal (aproximadamente 1,5cm para cada lado do corpo). As rodas de carrinhos de feira foram elegidas para uso nesse aparelho, que também contou com estruturas de fixação confeccionadas com guias e tecido almofadado. Para a fixação das pontas dianteiras, foi necessário o uso de cola epóxi, que necessita de 8 horas para secagem total. O tempo aproximado para a montagem da estrutura foi de 2 horas e 40 minutos (Figura 74), que, somado à impressão dos modelos e a secagem da cola, totalizou 23 horas e 48 minutos, tendo como custo aproximado de R\$75,93 (Tabela 6).

Figura 73. Uso de chave inglesa e alicate na montagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 74. Cadeira baseada no *Sketch 2* finalizada.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 6. Materiais e custos do modelo projetado.

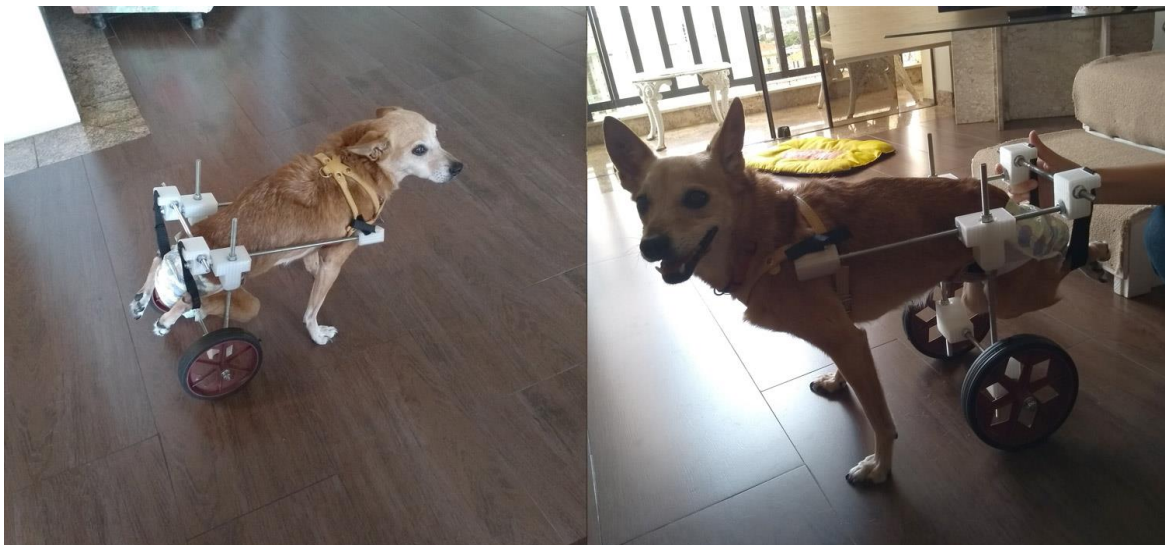
Material	Custo (R\$)
Filamento utilizado (80.166)	22,88
Cola Epóxi (1 unidade)	12,20
Rodas de carrinho de feira (2 unidades)	5,98
Barras Roscadas Zincadas (2 unidades)	7,80
Porcas Sextavadas Autotravantes (24 unidades)	9,45
Arruelas (22 unidades)	2,20
Tecidos para sustentação (45cm de guia de 1,5cm +20cm de tecido almofadado)	15,50
Total	75,93

Fonte: Elaborado pela autora.

3.10. VERIFICAÇÃO - TESTES COM O MODELO

A etapa de Verificação (V), na qual ocorrem testes, correções e pesquisas com os usuários, que apontará se a cadeira projetada pode ser considerada ideal ou se necessita de ajustes. Para essa fase do projeto, o equipamento confeccionado foi utilizado pelo cão 4 e, da mesma forma que o modelo “Branco”, devido aos ajustes, acabou proporcionando maior conforto e adaptação ao animal (Figura 75).

Figura 75. Cão 4 utilizando a cadeira projetada nesta pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Embora o Modelo projetado tenha atendido às expectativas, é importante ressaltar os seguintes pontos. Para ser considerado ideal, seria necessário elevar os suportes para os membros pélvicos e torná-los mais altos e distantes da cadeira, de modo que os membros do animal fiquem mais altos e esticados, melhorando o equilíbrio do cão no equipamento. Outra questão observada no teste com o modelo foi a localização do suporte da barriga, preso a um orifício na própria peça. Esse suporte teria melhor desempenho se fosse localizado sob a virilha do animal, e não na região da barriga, com uma forma mais robusta, proporcionando-lhe, assim, mais apoio.

A respeito das barras roscadas, mesmo tendo sido manipuladas com chave e alicate, apresentaram pequenos sinais de oxidação, inevitável nesse tipo de material. Através do teste com o cão, foi possível observar que a barra pode raspar a pele do animal, dependendo do movimento ou da regulagem, podendo causar pequenas lesões. Também é importante destacar que mesmo tendo sido utilizadas porcas autotravantes, que foram bem apertadas, a estrutura, depois de certo tempo de uso, cedeu, ficando levemente frouxa e necessitando, mais uma vez, do uso da chave e do alicate.

Para avaliação, esse modelo foi comparado aos outros confeccionados no Estudo de Caso através das seguintes variáveis: custo, tempo de produção, facilidade de montagem, regulagem, características dos materiais e locomoção (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação dos modelos construídos na pesquisa.

	Custo	Tempo de Produção	Montagem	Regulagem	Materiais	Locomoção
Cadeiras de PVC	R\$60,14	3h40min	Fácil e intuitiva; a ausência de manual trouxe imprevistos.	Não permite; porém, é possível montar a cadeira e experimentá-la no cão, devido às características do material.	Embora não possua design atraente, o material é firme e resistente.	A cadeira com as barras laterais adaptadas e com o suporte para os membros pélvicos obteve bom desempenho e proporcionou a locomoção do cão.
“Sila de Ruedas”	R\$90,71	32h24min	Difícil; ausência de informações sobre dimensões e materiais para a montagem no tutorial.	Não permite; também não é possível “experimentar” o modelo.	As peças impressas ficaram resistentes; os tubos de alumínio são leves.	O tamanho da barra lateral e a ausência de suporte para os membros pélvicos dificultaram a locomoção do cão.
“Figo”	R\$70,58	25h 57min	Fácil; no tutorial constavam informações de montagem e materiais.	Não permite, também não é possível “experimentar” o modelo.	As peças impressas ficaram resistentes; os tubos de alumínio são leves.	O tamanho da barra lateral e a ausência de suporte para os membros pélvicos dificultaram a locomoção do cão. O tamanho da roda (pequena) não ofereceu bom desempenho.
“Branco”	R\$78,33	26h37min	Difícil; ausência de informações sobre dimensões no tutorial. Devido à sua resistência, as porcas autotravantes necessitaram de chave inglesa.	Permite; também é possível “experimentar” o modelo	As peças impressas ficaram resistentes; as barras oxidaram e mudaram de coloração.	O apoio improvisado para os membros pélvicos poderia ser mais alto e distante das nádegas do cão para fornecer mais equilíbrio.
Modelo elaborado para o projeto	R\$75,93	23h48min	Mediana; para a montagem foram utilizadas as dimensões da cadeira “Branco”. Devido à sua resistência, as porcas autotravantes necessitaram de chave inglesa.	Permite; também é possível “experimentar” o modelo	As peças impressas ficaram resistentes; as barras oxidaram e mudaram de coloração.	O apoio para os membros pélvicos poderia ser levemente mais alto e distante das nádegas para fornecer mais equilíbrio.

Fonte: Elaborado pela autora.

Por possuir peças com geometrias mais robustas, o modelo Silla de Ruedas obteve os maiores tempo de produção e custo (R\$ 90,14). Esse valor, por maior que seja em relação às outras cadeiras confeccionadas, ainda é menor do que os modelos selecionados no Capítulo 3.3, assim como de outras cadeiras disponíveis no mercado.

A cadeira de PVC, embora não seja esteticamente atraente, destacou-se em relação às demais nas variáveis preço, tempo de produção e montagem, pois é um material de baixo custo, fácil de encontrar, versátil e resistente. Além de questões estéticas, o único problema do modelo foi a ausência de regulagens. Entretanto, como o encaixe dos tubos e conexões é justo, é possível encaixar as peças, fazer a prova no animal e só depois realizar a colagem da estrutura. Segundo a empresa fabricante, é um material com até 50 anos de vida útil em instalações prediais; contudo, acredita-se que a durabilidade dele diminua por conta dessa aplicação, que pode gerar atritos e contatos constantes com sol.

Dentre as cadeiras com peças impressas em 3D, o aparelho que mais se destacou foi o projetado nesta pesquisa, com menor tempo de produção, por permitir ajustes e por possuir suporte para os membros traseiros. Porém, em contrapartida, existe o problema da oxidação das barras zincadas roscadas.

O modelo “Silla de Ruedas” foi confeccionado com tubos de alumínio, que é um material resistente e leve; no entanto, por não proporcionar ajustes, não ficou perfeitamente adaptado ao cão que o utilizou. O mesmo vale para a cadeira “Figo”; ambas estruturas tiveram que ser coladas para a prova no animal, já que as peças não permaneciam firmes no tubo de alumínio, como ocorreu na cadeira de PVC, necessitando, dessa forma, do uso de cola. Embora os tubos de alumínio não possuam valores elevados, é possível baratear um pouco mais esses modelos impressos com o uso do tubo de PVC no lugar do tubo de metal, confeccionando, dessa forma, uma cadeira híbrida.

A partir das informações obtidas, foi possível elencar as diretrizes necessárias para a construção de aparelhos locomotores eficientes.

4. DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DA CADEIRA DE RODAS

Depois de findadas as fases anteriores da metodologia adaptada de Munari (1981), foi possível discutir e listar as diretrizes necessárias para a elaboração de cadeiras de rodas eficientes por meio das tecnologias de Prototipagem Rápida. Para uma melhor visualização, as diretrizes foram separadas por tópicos e, no final do capítulo, encontram-se listadas.

Antes de tudo, é necessário o entendimento da patologia, por meio de consultas com veterinários (ANDRADE et al. 2012). Através do diagnóstico do profissional, é possível verificar a necessidade do uso da cadeira de rodas, e se vai ser de maneira permanente ou provisória (PANCOTTO, 2015). Em alguns casos, sessões de fisioterapia e medicação podem auxiliar no tratamento, assim como cirurgias corretivas, dispensando o uso do aparelho.

O estudo de similares mostrou-se importante na criação de um aparelho de locomoção canino por proporcionar a análise de suas estruturas e métodos adotados na confecção e uso como referência. E ainda, a utilização de uma metodologia projetual, como a de Munari (op. cit.), foi fundamental na organização e direcionamento do projeto.

Conforme Animal Wellness (2016), alguns critérios são importantes na escolha de uma cadeira de rodas, como as medidas, quantidade de força exigida e conforto dos membros do animal, para que ela fique equilibrada e adequada. Portanto, é necessário aferir de maneira precisa as dimensões do animal, pois elas implicam diretamente na quantidade de força exigida na locomoção e também no conforto.

Através das entrevistas e dos testes com os modelos confeccionados, foi possível afirmar que, muitas vezes, a realização de ajustes é necessária. Para proporcionar essas regulagens, é recomendado que as barras ou os canos a serem utilizados na produção desses equipamentos sejam cortados com alguns centímetros a mais do que as medidas fornecidas pelo cão. Para a confecção dos dois modelos ajustáveis, optou-se por acrescentar 7 centímetros em cada barra para possibilitar a regulagem, oferecendo uma margem satisfatória para a realização de ajustes.

As posições dos elementos da cadeira de rodas implicarão no conforto e até mesmo na quantidade de força exigida pelo animal na movimentação da mesma. Uma cadeira com estruturas mal posicionadas, como o comprimento da barra da lateral e o eixo das rodas, pode dificultar a locomoção do animal. Através de observações dos modelos analisados e dos testes, foi possível notar que o eixo das rodas é alinhado aos membros pélvicos.

Os testes e as análises de modelos permitiram constatar, de maneira geral, que a barra lateral implica diretamente no movimento e no conforto do cão. Nesses casos, as barras

laterais posicionadas até o começo dos membros dianteiros facilitaram a locomoção do cão e não geraram incômodo. A fixação do cão à cadeira geralmente ocorre a partir dessas barras, as quais são ligadas ao cão na região peitoral. Essas barras laterais não devem ser justas nem muito folgadas. Pela análise dos testes, foi observado que uma distância de 1,5cm para cada lado proporcionou melhores resultados e conforto.

Através dos testes, foi confirmado que os suportes para os membros pélvicos possuem importância em cadeiras para cães com problemas de locomoção na parte pélvica. Segundo Pancotto (op. cit.), os membros posteriores sem função motora devem sempre ser colocados em suportes, e caso os cães tenham função motora ou prefiram ter seus membros fora dos suportes, é recomendado o uso de botas.

Muitos cães se habituem rapidamente à cadeira de rodas, conforme foi apresentado no Capítulo 3.4 (Entrevistas com Tutores). Geralmente, os incômodos que levam os animais a não se habituarem, estão relacionados a dimensões erradas, aos ajustes e conforto. Os testes com os animais propiciaram a observação de que o apoio na região pélvica, “virilha”, proporciona melhor sustentação e conforto ao cão. Como o animal passará bastante tempo na cadeira, é importante que haja conforto, e que essa estrutura não seja muito justa. Segundo Pancotto (op. cit.), caso os apoios pélvicos forem rígidos, é importante que exista um preenchimento com um material macio para a prevenção de feridas, e cães com excesso de peso podem precisar de suportes extras para a sustentação do corpo.

Outro critério importante em uma cadeira de rodas é a segurança do animal, que não deve cair ou sair de seu equipamento. Assim, a fixação do cão à cadeira é importante, e, segundo o relato dos tutores, deve ser facilitada, pois a demora na colocação do cão no aparelho acaba estressando-o e torna o processo trabalhoso.

A escolha do material da cadeira também possui importância na elaboração desses aparelhos locomotores. É importante que seja um material resistente a impactos, devido às atividades do cão, e que não lesione o animal. Esse material também deve ser durável, atóxico, de fácil limpeza e manutenção. O alumínio é um bom material para a confecção da estrutura dos modelos, pois é leve, durável, fácil de usar e de se manter limpo (ANIMAL WELLNESS, op. cit.). A barra roscada, embora proporcione ajustes, sofre oxidação e pode causar lesões no animal, devido à sua superfície.

Para que a impressão da peça seja realizada, é necessário possuir o arquivo virtual 3D, que geralmente é obtido por *softwares* de modelagem. Como foi dito no capítulo 2.2, é possível baixar o arquivo 3D pronto para impressão de sites *open source*, embora possuir noções de modelagem auxilie na elaboração de modelos personalizados, alterações e ajustes nesses arquivos disponibilizados. Tendo o arquivo para impressão em mãos, é possível contatar empresas prestadoras de serviços, que fornecerão o orçamento e tempo necessário para a

confecção da peça, laboratórios livres, como os da "Fab Lab Livre SP" para o agendamento do uso das máquinas, ou mesmo pela produção através de máquinas de uso doméstico, cujos valores vêm se tornando cada vez mais atrativos.

Ao utilizar a Impressão 3D na confecção de peças para as cadeiras, é fundamental a escolha de materiais e tecnologias mais adequados para a execução dos modelos. Isso porque existem tecnologias que possuem limitações quanto a algumas geometrias, como também insumos que não são apropriados para todas e quaisquer aplicações, como, por exemplo, as resinas com fotossensibilidade, que sofrem alterações dimensionais quando expostas à luz. Pode acontecer também de o material não ser durável, ter uma vida útil curta e não ser resistente.

O PLA e a tecnologia FDM foram elegidos para a impressão dos modelos do projeto e apresentaram resultados satisfatórios. Contudo, caso uma tecnologia mais avançada, como a SLS, e outro material fossem utilizados, as peças poderiam apresentar melhor acabamento, durabilidade, inclusive serem produzidas em menor tempo.

Ainda sobre a produção de peças impressas, é fundamental pensar em suas geometrias e posicionamento na plataforma de construção, a fim de evitar gastos desnecessários de insumo e tempos longos de produção. Quanto mais demorada a confecção, mais expostas as peças ficam a fatores externos, como oscilação ou queda de energia, que podem parar a máquina, levando ao recomeço de todo o processo.

Em alguns casos, é necessário que se incluam suportes para a construção, principalmente quando existem orifícios muito largos ou saliências na peça. Porém, a inclusão desses suportes pode interferir, em alguns casos, na geometria do objeto, principalmente se existirem em grandes quantidades e no interior de orifícios, dificultando sua remoção.

Caso um modelo for desenvolvido para ser disponibilizado *online*, é importante que seja acompanhado de um manual de montagem e de uma lista de elementos necessários na construção, como porcas e rodas. Durante o Estudo de Caso, foi constatado, também, que é imprescindível a existência de um manual para aferir medidas e determinar os materiais necessários para a confecção dos modelos artesanais. Uma tabela com as medidas necessárias proporcionaria a construção de modelos com o tamanho correto para o animal e também evitaria o desperdício de material, assim como a falta ou excesso de elementos para compor a cadeira.

Assim sendo, as diretrizes levantadas na presente pesquisa podem contribuir no projeto de cadeiras de rodas para cães, impressas em 3D, mais eficientes. Resumidamente, para a confecção de uma cadeira com eficiência semelhante à projetada neste trabalho é necessário seguir as seguintes diretrizes, de preferência na ordem apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Diretrizes necessárias na construção de cadeiras com peças impressas em 3D.

Diretrizes	Explicação
Entendimento da patologia	Entender a patologia através da consulta com veterinários para averiguar se a utilização do aparelho é necessária, se ele deve possuir alguma adaptação específica e se pode ser confeccionado artesanalmente.
Análise de similares	Analisar cadeiras disponíveis para a venda e tutoriais existentes para a confecção de modelos artesanais, como forma de se obter referências e informações.
Obtenção das dimensões do animal	Aferir as medidas de maneira correta proporcionará a confecção de cadeiras mais adaptadas, como também facilitará a compra dos materiais necessários para a construção do modelo, sem perdas ou sobras em demasia. As medidas podem ser obtidas por meio de fita métrica, trena ou paquímetro. Alguns cães não conseguem permanecer em pé, sendo necessário o uso de uma toalha ou outro tecido firme sob o corpo do animal, para que este seja suspenso.
Elaboração de modelos ajustáveis	A ajustagem, sobretudo na largura, comprimento e altura do aparelho, permite a melhor adequação do modelo ao animal e, conseqüentemente, proporcionará melhor desempenho e conforto. A inclusão de 7cm a mais nas dimensões do modelo projetado no Capítulo 3.9, para proporcionar a regulagem, se mostrou satisfatória.
Observação do comprimento e localização dos elementos na cadeira de rodas	O comprimento da barra lateral e a localização do eixo das rodas estão diretamente ligados ao melhor desempenho do equipamento.
Inclusão de suporte para os membros pélvicos	Em casos em que o animal não possui movimentação nos membros pélvicos, a presença de suportes pode protegê-lo de atritos e lesões contra o solo.

Presença de apoio para a pélvis	A inclusão de um apoio na região da pélvis do animal proporcionará melhor sustentação, e, conseqüentemente, melhor desempenho e conforto.
Facilidade para colocação no cão	Uma cadeira que seja difícil para se colocar no animal pode gerar estresse.
Proporcionar segurança e conforto ao animal	O animal não deve cair ou sair de sua cadeira por conta própria. Por permanecer muito tempo com o aparelho, é indispensável que ele seja confortável.
Escolha de materiais e tecnologias	A escolha de materiais e tecnologias mais adequados para a confecção das peças pode resultar em peças mais eficientes, com menos gasto de energia e insumo, e implicar em um processo de produção mais otimizado.
Elaboração de geometrias condizentes com o processo de impressão	Estudar se a tecnologia a ser adotada possui limitações para confecção de determinados modelos ou geometrias. Caso positivo, é recomendada a alteração do design do modelo ou a troca de máquina.
Análise da disposição dos elementos na plataforma de construção	A disposição dos elementos na plataforma de construção implica diretamente no tempo de confecção, qualidade de acabamento e na existência ou não de suportes nas peças.
Inclusão de um manual para medidas, materiais e montagem	Caso o modelo projetado venha a ser disponibilizado <i>online</i> para outras pessoas reproduzirem, é necessária a inclusão de um manual para medidas, materiais e orientações detalhadas sobre a montagem.

Fonte: Elaborado pela autora

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

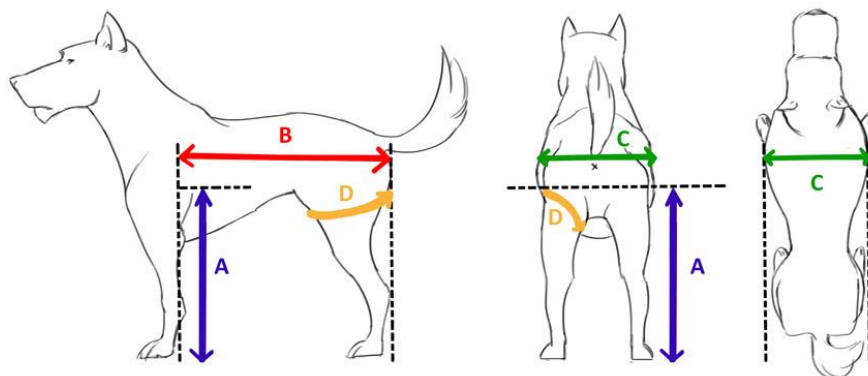
Com o intuito de suprir as necessidades do animal portador de problemas locomotores, possuir bom desempenho e não causar lesões, as cadeiras de rodas precisam atender a determinados critérios, como proporcionar regulagem e conforto, assim como fornecer equilíbrio e segurança ao cão. Sendo assim, as diretrizes listadas no capítulo anterior podem ser utilizadas como guias para o desenvolvimento de aparelhos eficientes, com peças impressas em 3D, para animais com problemas de locomoção. A metodologia projetual adaptada de Munari (1981), através da sua sequência de etapas, proporcionou melhor organização e coesão no processo até a solução do problema.

As principais vantagens da confecção artesanal de cadeiras de rodas são o baixo custo e a possibilidade de personalização, tanto de modelos de PVC, mas principalmente daqueles com peças impressas em 3D. Contudo, o desconhecimento de algumas informações pode implicar na elaboração de cadeiras com baixo desempenho, capazes até de causar lesões no animal.

Como as medidas possuem importância na confecção dos dispositivos de locomoção, o diagrama disponibilizado pela VetCar (Figura 35) foi utilizado para na confecção dos modelos do Estudo de Caso (Capítulo 3.5), já que a maioria dos tutoriais seguidos não disponibilizava tal informação. Porém, como os modelos confeccionados pela VetCar são mais elaborados, muitas das dimensões aferidas acabaram não sendo utilizadas nas cadeiras de rodas produzidas, que são mais simples.

Através dos testes, foi constatado que as medidas mais importantes são relativas ao comprimento, largura e altura. Para aferir a altura, é necessário medir do chão até a parte superior do osso do “ombro” do membro torácico, em linha reta (A). Também é importante destacar que, para a confecção da cadeira de rodas, é necessário subtrair o tamanho do raio da roda, caso contrário o equipamento ficará mais alto que o necessário. O comprimento (B) é relativo à dimensão entre o término dos membros torácicos e o rabo, e a largura (C) à parte mais larga do corpo do animal, que geralmente é a região torácica. Para aferir as dimensões relativas à largura e sobretudo ao comprimento, caso o cão utilize fralda, principalmente se ela for muito volumosa, é importante considerar o volume que ela traz a ele, para a cadeira de rodas não ficar muito justa. Outra dimensão importante é o diâmetro da parte mais alta da coxa (D), para a elaboração do apoio para a pélvis (Figura 76).

Figura 76. Dimensões necessárias para a confecção de uma cadeira de rodas para cães.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por meio dos testes, foi possível constatar que a existência de um apoio na região pélvica fornece mais segurança e conforto ao cão. Esse suporte pode ser confeccionado através da impressão 3D ou elaborado com pedaços de tubos grossos e maleáveis, como mangueiras de jardim, depois forrados com tecido macio.

Vale destacar que, por mais que a cadeira seja confeccionada para um animal específico, utilizando as medidas do mesmo para a feitura do aparelho, podem ocorrer imprecisões dimensionais. Isso é válido não só para modelos construídos de maneira artesanal, mas também para aqueles comprados de empresas, como foi constatado através das entrevistas com os tutores. Portanto, é indicada a elaboração de um modelo que proporcione regulagens, mesmo que pequenas.

Sobre os custos da produção de cadeiras com peças impressas em 3D, é importante ressaltar que o cálculo do valor desses modelos foi baseado no insumo utilizado, comprado exclusivamente para a confecção das cadeiras; porém, a energia despendida no processo não foi contabilizada, já que os modelos foram produzidos em laboratórios “Fab Lab Livre SP”. O valor das impressões pode variar conforme o insumo utilizado, seja ABS ou PLA, marca do filamento, bem como se o projeto for orçado e confeccionado por uma empresa particular prestadora de serviços de impressão 3D.

Devido aos testes realizados com um cão também participante do Estudo de Caso, foi possível efetuar melhorias no modelo elaborado neste projeto. Essas melhorias foram dadas pelo acréscimo de suportes para os membros pélvicos, possibilidade de regulagem, como também pelo comprimento da barra lateral do equipamento. Nesse caso, o suporte

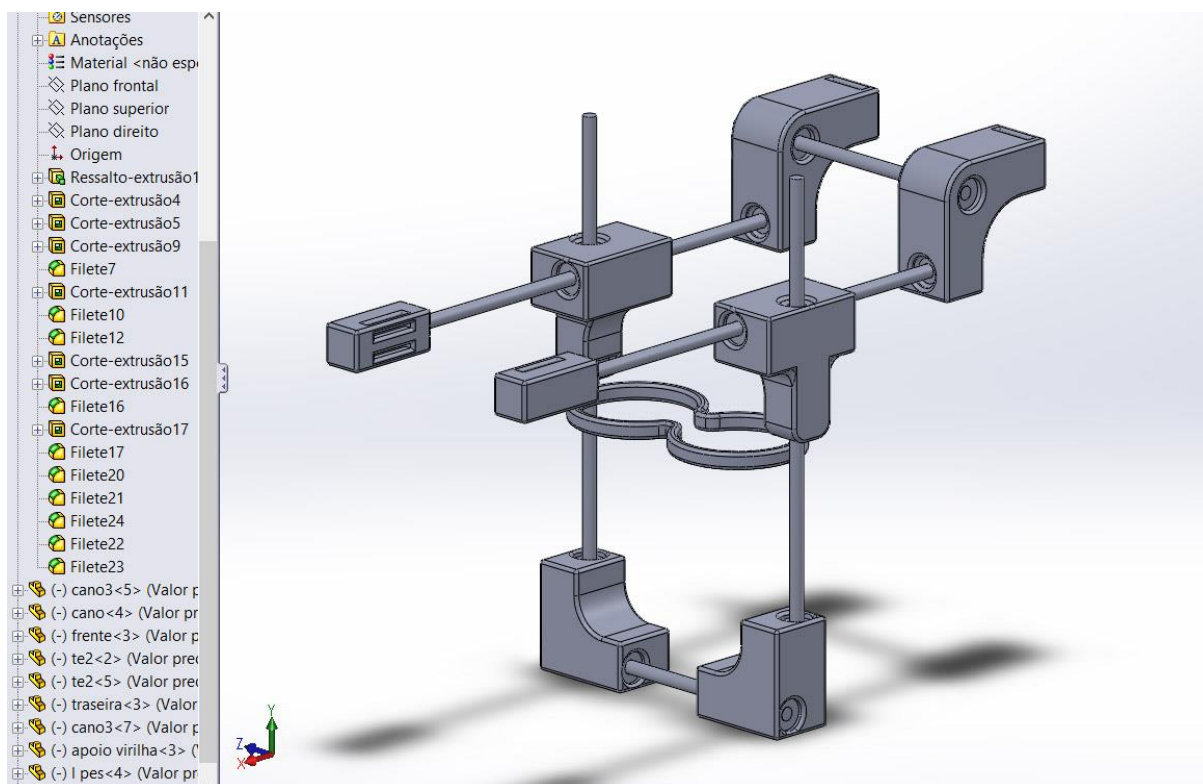
proporcionou a suspensão dos membros traseiros do animal, protegendo-os de possíveis atritos e lesões, e as barras laterais mais curtas permitiram que o animal caminhasse com mais liberdade. E, ainda, devido à possibilidade de ajuste, as cadeiras puderam ser redimensionadas para o melhor conforto do cão.

Como os testes com as cadeiras foram realizados em cães com problemas locomotores nos membros pélvicos com pesos entre 7,8kg e 15kg, não foi possível afirmar se haveriam mudanças na estrutura desses aparelhos ou se seria necessária a inclusão de outras diretrizes para cães de grande porte ou com outros tipos de deficiência, ou mesmo para outras espécies de animais.

Para melhorar a aparência do modelo criado no projeto, é possível inserir cavidades mais profundas na região das porcas, deixando-as, assim, mais escondidas na estrutura. Outra opção seria inseri-las nessas cavidades enquanto a impressão é realizada, pausando a máquina, inserindo a porca e dando continuidade no procedimento.

Utilizando as diretrizes propostas como base, assim como as observações constatadas através dos testes, foram efetuadas alterações no modelo projetado neste estudo (Figura 77). Nesse caso, foi inserido um suporte para a região pélvica e as peças traseiras foram projetadas com maior altura, a fim de se deixar a estrutura mais elevada. Dessa forma, foram propostas as Soluções (S) para o Problema.

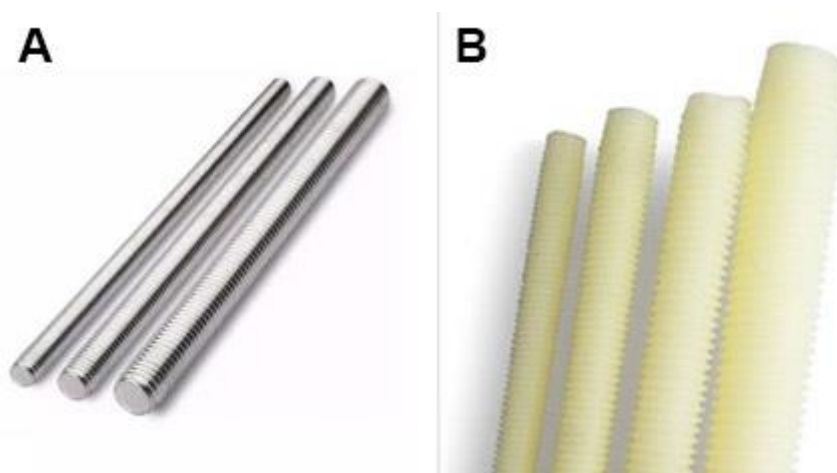
Figura 77. Modelo desenvolvido atualizado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Visando à melhoria do modelo, é sugerida a troca das barras roscadas, pois, à partir dos modelos confeccionados e testados que utilizam esse material, foi possível observar que esses produtos sofrem oxidação com o passar do tempo, podendo até enferrujar. Como é um material de baixo custo e fácil de ser encontrado, pode-se efetuar a troca da estrutura, embora essa prática não seja ideal, já que demanda mais gastos e trabalho para medir e cortar as peças novamente. Como forma de contornar esse problema, é possível evitar o contato da pele de quem está construindo o aparelho com a barra por meio do uso de luvas, porcas borboletas, manípulos e de ferramentas como chave inglesa e alicate; porém, a oxidação é inevitável. Outra opção é cromar ou pintar as peças, mas esses procedimentos encarecerão o modelo. Assim sendo, foram feitas buscas por materiais alternativos, sendo encontradas as barras de aço inox, que são mais resistentes a ações de desgaste, mas em compensação podem custar seis vezes, ou mais, o valor das zincadas. Outra opção encontrada foi a barra de *nylon*, com estrutura similar às metálicas, que pode ser combinada também com porcas de plástico, com valores em torno de seis dólares (Figura 78).

Figura 78. Barras de aço inox e nylon.



Fontes: Mercado Livre e Aufaster Hardware.

Porém, como foi observado através da etapa de verificação (Capítulo 3.10), o contato frequente da pele do animal com a superfície serrilhada dessas barras pode causar pequenas lesões. E ainda, conforme foi observado, mesmo com o uso de porcas autotravantes, a estrutura, depois de certo tempo de uso, acabou ficando levemente frouxa, e necessitando, mais uma vez, do uso da chave e do alicate. Para contornar esses dois problemas, é possível tornear apenas as extremidades de barras de metal, mantendo a maioria da superfície lisa e sem serrilhamentos, que além de proteger a pele do animal, proporcionará maior firmeza à

estrutura do equipamento. Para evitar a oxidação do material, é possível produzir barras torneadas com materiais mais resistentes, como o alumínio.

Muito embora tenha atendido às principais expectativas, a cadeira de rodas projetada nesta pesquisa, e agora adaptada no presente capítulo, ainda necessita de testes e provavelmente da realização de outros ajustes estruturais. Sendo assim, esse equipamento pode ser considerado um primeiro passo para o desenvolvimento de modelos futuros, que poderão solucionar o Problema (P) elucidado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projetar um produto não é uma tarefa fácil, principalmente quando ele é destinado para um público que não consegue expressar verbalmente satisfação ou descontentamento, como é o caso dos cães. Dessa forma, através da análise de similares, Estudo de Caso e entrevistas com os tutores, foi possível constatar algumas deficiências no produto aqui analisado, que é a cadeira de rodas para cães com deficiência locomotora nos membros pélvicos. Essas etapas proporcionaram a descoberta de falhas, que contribuíram para a determinação das diretrizes a serem estudadas e aplicadas na construção de aparelhos locomotores para cães a partir da Prototipagem Rápida.

A impressão 3D permite a confecção de peças elaboradas e personalizadas, e o acesso a esses tipos de tecnologias é cada vez maior. As aplicações são inúmeras e este projeto comprovou que seu uso vai além dos ramos projetual e industrial. Essas tecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de cadeiras de rodas otimizadas para animais com problemas locomotores, já que propiciam a criação e adaptação de modelos personalizados para atenderem a determinadas necessidades.

Através do Estudo de Caso, foi possível constatar que tanto as cadeiras de PVC quanto as obtidas com peças impressas em 3D podem ficar até 3 vezes mais baratas do que algumas cadeiras prontas disponíveis no mercado e produzidas por profissionais capacitados. Porém, muitos modelos construídos domesticamente podem não atender a todas as necessidades do animal, causarem desconforto e até mesmo lesões. Os testes com os modelos reproduzidos dos tutoriais proporcionaram a constatação de algumas deficiências nos exemplares em questão, assim como nos próprios métodos adotados na construção, como a ausência de suportes para os membros pélvicos e de informações mais precisas sobre medidas e materiais utilizados. Contudo, houve também pontos positivos, como a facilidade para manusear o PVC e seu baixo custo, e a leveza e possibilidade de ajustes em alguns modelos impressos em 3D.

Pode-se concluir que o Design, tecnologias e inovação podem auxiliar na elaboração de cadeiras de rodas para cães através da solução de problemas de projeto e da criação de modelos eficientes. A impressão 3D se mostrou eficaz na produção de peças personalizadas e de baixo custo, que podem ser utilizadas como protótipos e modelos finais. Para chegar a essa conclusão, todas as etapas, sobretudo a análise de similares, confecção de modelos e testes dos mesmos com os cães, assim como a metodologia projetual de Munari (1981) adaptada, foram fundamentais no processo.

Como perspectiva para estudos futuros, sugere-se a realização de testes laboratoriais de desempenho e resistência dos modelos aqui analisados, tanto os do Estudo de Caso, quanto o

projetado a partir da metodologia projetual, e até mesmo dos modelos confeccionados por profissionais disponíveis no mercado. Também, seria interessante produzir peças com PLA, ABS ou outras resinas, e testar sua resistência nestes tipos de aparelhos, selecionando o material mais resistente e adequado para a construção deles.

As rodas, que foram peças pouco exploradas neste trabalho, poderiam ser objeto de estudo de um projeto que incluísse análises sobre diâmetros ideais, materiais, localização das mesmas no aparelho de locomoção e a possibilidade de impressão em 3D dessas peças. Outro estudo que poderia contribuir para o enriquecimento da área seria sobre cadeiras para os membros torácicos, para animais sem movimento ou amputados, já que o presente estudo abordou mais profundamente a parte pélvica dos cães, ou mesmo modelos dinâmicos, que permitam que o animal sente ou deite. Além disso, seria interessante utilizar cães de diferentes portes em um Estudo de Caso, até mesmo animais com problemas locomotores de outras espécies.

Comprova-se, por meio deste projeto, a importância da interdisciplinaridade, que proporciona projetos mais completos. Espera-se que este estudo contribua tanto para o Design quanto para a Medicina Veterinária, oferecendo diretrizes para a construção de modelos personalizados a partir da Impressão 3D, com o custo mais acessível que alguns disponíveis no mercado e mais eficientes do que outros obtidos de tutoriais *online*, colaborando principalmente para o bem-estar dos animais.

BIBLIOGRAFIA

3D PRINTER WORLD. **Rescued Dog Gets 3D Printed Paws.** 2013. Disponível em: <<http://www.3dprinterworld.com/article/rescued-dog-gets-3d-printed-paws>>. Acesso em: 13 set. 2017.

3DERS. **Bubbles the Two Legged Weiner Dog Walks Again Thanks to 3D Printed Wheelchair.** 2015. Disponível em: <<http://www.3ders.org/articles/20150125-bubbles-the-two-legged-weiner-dog-gets-3d-printed-wheelchair.html>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

3DERS. **Shedd Aquarium 3D Prints Prosthetic Foot for Hiss Majesty the Caiman lizard.** 2016. Disponível em: <<https://www.3ders.org/articles/20160701-shedd-aquarium-3d-prints-prosthetic-foot-for-hiss-majesty-the-caiman-lizard.html>>. Acesso em: 13 set. 2017.

3DPRINT. **3D Printed Wheelchair Aids Branco the One-eyed, Broken Spine Dog, Prior to Unfortunate Death.** 2014. Disponível em: <<https://3dprint.com/18651/3d-printed-dog-wheelchair/>>. Acesso em 9 mai. 2017.

3DPRINT. **3D Printing Helps Lucky Dog Walk on All Four Legs.** 2017. Disponível em: <<https://3dprint.com/177242/3d-printed-prosthetic-leg-duke/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

3DPRINT. **After a Pig Attack, A Lucky Duck is Back to Normal with a 3D Printed Bill.** 2017. Disponível em: <<https://3dprint.com/183086/blu-duck-3d-printed-bill/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

3DPRINT. **Metal 3D Printing Keeps Cyrano the Cat Landing on All Four Feet.** 2017. Disponível em: <<https://3dprint.com/183782/dmls-3d-printed-cat-implants/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

3DPRINT. **Paralyzed Kitten Gets a 3D Printed Wheelchair Courtesy of Hacker Collective SubProto.** 2015. Disponível em: <<https://3dprint.com/tag/tiny-tim/>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

3DPRINT. **Sonic the Bionic: Doctors and Designers Team Up to Help Kitten With 3D Printed Prosthetic.** 2016. Disponível em: <<https://3dprint.com/136969/sonic-kitten-prosthetic-leg/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

ABC13. **South Carolina Tech Team Aims to Give "Tiny Tim" the Kitten a Wheelchair.** 2015. Disponível em: <<http://abc13.com/pets/tech-team-aims-to-give-tiny-tim-the-kitten-a-wheelchair/1125140/>>. Acesso em 10 mai. 2017.

AGUIAR, J. G.; SOARES, G. V.; REZENDE, L. R.; LOSCHI, P. P.; LOPES, R. J. R. S.; BRITO, J. N. Projeto Cadeira de Rodas para Cães. In: XIV CONEMI, 2014, Salvador. **Congresso...** Salvador: Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia do Senai/Cimatec, set. 2014. Disponível em: <http://www.conemi.org.br/download/TT19_XIV_CONEMI-001.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

ALCOFORADO NETO, M. G. **Metodologia de Design Mediada por Protótipos.** 2014. 486p. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014.

AMANCO. **Amanco Soldável.** Disponível em: <http://assets.production.amanco.com.br/s3.amazonaws.com/uploads/asset/file/1546/FT_agua_friaV2.pdf>. Acesso em: 3 set. 2017.

ANDRADE, A. P. P. D.; SILVA, E. V. D. S.; PAULA, F. A. D. S. D.; BRITO, G. D. S.; CARNEIRO, S. C. M. C. **Serviços Em Ortopedia Veterinária.** Universidade Federal de Goiás, 2012. Disponível em: <https://serex2012.proec.ufg.br/up/399/o/ANA_PAULA_PEREIRA_DE_ANDRADE.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2017.

ANDRADES, A. O. **Fisioterapia em Cães com Doença do Disco Intervertebral (Hansen tipo I) Toracolombar Submetidos à Descompressão Cirúrgica.** 2017. 76p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

ANIMAL WELLNESS. **Caring for a paraplegic canine.** Disponível em: <<http://animalwellnessmagazine.com/caring-for-a-paraplegic-canine/>>. Acesso em: 11 set. 2017.

ANTAS, A. F. F. **Utilização das Tecnologias de Prototipagem Rápida na Área Médica.** 2007. 130p. Dissertação (Mestrado em Design Industrial) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2007.

ANTAS, A. F. F.; LINO, J.; NETO, R. Utilização das Tecnologias de Prototipagem Rápida na Área Médica. In: 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2008, Maputo. **Congresso...** Maputo: Hotel Vip, set. 2008. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69502/2/38651.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2016.

AUFASTER. Nylon PA 6, 6 Plastic Threaded Bar. Disponível em: <<https://aufaster.en.made-in-china.com/product/esoxniFKCQkg/China-Nylon-PA-6-6-Plastic-Threaded-Bar.html>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ARIAS, M. V. B., SEVERO, M. S., TUDURY, E. A. Trauma Medular em cães e gatos: revisão da fisiopatologia e do tratamento médico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 115-134, jan. 2007.

ASSOCIATED PRESS. **Tabby Cat Gets New Knee.** 2012. (1m54s). Disponível em: <<https://youtu.be/bQCS031Xlhw>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

AZEVEDO, E. P. **Abordagem ao Paciente Acometido por Cinomose Canina.** 2013. 42p. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

AZEVEDO, F. M. **Estudo e Projeto de Melhoria em Máquina de Impressão 3D.** 2013. 48p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

BARBOSA, L. **Como fazer cadeirinha de rodas para cães.** 2013. (12m34s). Disponível em: <<https://youtu.be/cB55cPpUFrk>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

BARBOSA, R. T. **Design & Prototipagem: Conhecimento e Uso da Prototipagem Rápida no Design Brasileiro.** 2009. 198p. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

BELMETAL. **Características do Acrílico.** Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/belmetal/chapas-acrilico.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2017.

BIODESIGN. **Stanford Byers Center for BioDesign.** Disponível em: <<http://biodesign.stanford.edu/about-us.html>>. Acesso em 30 jul 2017.

BNDES. **Policloreto de Vinila – PVC.** Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/pvcinf4.pdf>. Acesso em: 3 set. 2017.

BOMFIM, G. A. **Metodologia para o Desenvolvimento de Projetos.** João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.

BONSIEPE, G. **Teoría y práctica del diseño industrial**. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

BONSIEPE, G. **Design, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Blucher, 2011.

BONSIEPE, G; KELLNER, P; POESSNECKER, H. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq, 1984.

BORDELO, J. P. D. A. **Aplicação da Tecnologia de Prototipagem Rápida no Estudo Pré-cirúrgico em Ortopedia Veterinária**. 2015. 83p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2015.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v.6.2,127-139, 2011.

BRYANT, J. et al. **Canine Exoskeleton for Mobility and Rehabilitation**. Department of Electrical and Computer Engineering - Colorado State University, Fort Collins, 2016.

BUZZFEED. **This Incredible Dog Has A New Lease On Life Thanks To 3D Printing**. 2014. Disponível em: <<https://www.buzzfeed.com/alessiasantoro/run-derby-run>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

CBM. **3D Printed Bespoke Canine Prosthesis**. 2014. Disponível em: <<http://www.cbmwales.co.uk/3d-printed-bespoke-canine-prosthesis/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

CHANSANGSRI, N. & THAWESAENGSKULTHAI, N. Innovation Development Process for Dog with Two Disabled Hind Legs Wheelchair. **Advanced Materials Research**, Switzerland, v. 945-949, p. 410-423, jun. 2016.

CHICAGO TRIBUNE. **Hiss Majesty, a Shedd Aquarium Lizard, Gets a 3-D Prosthetic**. 2016. Disponível em: <<http://www.chicagotribune.com/redeye/redeye-hiss-majesty-a-shedd-aquarium-lizard-gets-a-3-d-prosthetic-20160701-story.html>>. Acesso em: 13 set. 2017.

DA SILVA, L. A. **Development of a Prosthetic Limb for a Caiman Lizard**. Disponível em: <<https://www.behance.net/gallery/60939199/Development-of-a-Prosthetic-Limb-for-a-Caiman-Lizard>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

DA SILVA, L. A.; RODRIGUES, O. V. A digitalização Ótica Tridimensional no Desenvolvimento de Próteses. In: 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (P&D), 2014, Gramado. **Congresso...** Gramado: FAURGS, set. 2014. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ped2014/trabalhos/trabalhos/1005_arq2.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2015.

DAILY MAIL. **TurboRoo the Two-legged Chihuahua with a 3-D Printed Mobility Cart Wins 'Underdog of the Year' Award**. 2014. Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2892750/TurboRoo-two-legged-Chihuahua-3-D-printed-mobility-cart-wins-Underdog-Year-award.html>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

DESCRIPTORES EM CIÊNCIA DA SAÚDE. Disponível em: <<http://decs.bvs.br/>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

DESIGN BOOM. **Nir Shalom: Amigo Dog Wheelchair**. 2011. Disponível em: <<https://www.designboom.com/design/nir-shalom-amigo-dog-wheelchair/>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

DESIGN BOOM. **TurboRoo the Two-legged Chihuahua Gets 3D-printed Wheelchair**. 2014. Disponível em: <<https://www.designboom.com/technology/turbo-roo-chihuahua-3d-printed-wheelchair-08-15-2014/>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

DINIZ-GAMA, E. J. **Perfil Clínico dos Animais e Funcionalidade do Uso do Aparelho de Fisioterapia Veterinária (Modelos Vetcar) na Reabilitação de Cães e Gatos Acometidos por Dificuldades de Locomoção**. 2007. 85p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

DOG LOCOMOTION. Disponível em: <<http://www.doglocomotion.com/>>. Acesso em: 9 out. 2017.

DUARTE, T.; NETO, R. J.; ALVES, J. L.; MACHADO, M. **Impressão 3D na Área Médica: desafios e oportunidades**. INEGI - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: <http://www.cenfim.pt/doc/eventos/2015/3d_area_medica_teresa_duarte.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2017.

DUNDIE, A. et al. Use of 3D Printer Technology to Facilitate Surgical Correction of a Complex Vascular Anomaly with Esophageal Entrapment in a Dog. **Journal of Veterinary Cardiology**, [S.l.], v.19, n. 2, p.196-204, abr. 2017.

DUTRA, D. M.; DO NASCIMENTO, L. G., DE ARAÚJO, A. M. M.; BENTO, P. M. Aplicabilidade da Prototipagem Rápida na Odontologia – Uma Revisão de Literatura. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 16(1), p.89-95, abr. 2017.

EOS. Medical: NC State University - **How EOS Additive Manufacturing Helped Create a One-of-a-kind Knee Joint for a Cat**. Disponível em: <https://www.eos.info/press/customer_case_studies/cyrano>. Acesso em: 13 set. 2017.

ESPAENET. Disponível em: <<https://worldwide.espacenet.com/>>. Acesso em: 08 out. 2017.

ESPAENET. WANG HONG, M. **Pet dog wheelchair**. CN. n. 104473735 A., 18 dez. 2014, 01 abr. 2015.

ESPAENET. SHORT, Thayne R. **Veterinary paraplegic cart**. US n. 3215117 A., 27 jan. 1964, 02 nov. 1965.

FAB LAB LIVRE SP. Disponível em: <<http://fablablivresp.art.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

FALCONE, D. M. B. **Influência da Incorporação de Poli (ácido láctico)-PLA, de Pó de Madeira e Outros Aditivos no Comportamento Físico-mecânico do Poli (hidroxibutirato)-PHB**. 2004. 172p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

FAROOQI, K. M.; NIELSEN, J. C.; UPPU, S. C.; SRIVASTAVA, S.; PARBESS, I. A.; SANZ, J.; NGUYEN, K. Use of 3-Dimensional Printing to Demonstrate Complex Intracardiac Relationships in Double-outlet Right Ventricle for Surgical Planning. **Circulation: Cardiovascular Imaging**, Dallas, v. 8, n. 5, abr. 2015.

FERNANDES, A. Y.; LARONGA, P. R.; COELHO, R. A.; DUCATI, L. G.; SILVA, M. V. Prototipagem como Forma Alternativa Para Realização de Cranioplastia com Metilmetacrilato. **Arq Neuropsiquiatr**, [S.l.], v. 62(3-B), p. 865-868, mai. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/anp/v62n3b/a23v623b.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

FERREIRA et al. In VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Editora Blücher; 2007.

FOGGIATO, J. A. O Uso da Prototipagem Rápida na Área Médico-Odontológica. **Tecnologia & Humanismo**, Curitiba, v. 20, n. 30, 2006. Disponível em: <<https://revistas.utfpr.edu.br/rth/article/view/6378/4029>>. Acesso em: 20 out. 2016.

FOWLER, E. B. **Design, Analysis, and Development of Cost Effective Canine Wheelchairs**. 2008. 135p. Dissertação (Mestrado em Design) - University of Louisville, Louisville, 2008.

FURQUIM, C. K. **Gazeta do Povo. 11 Inovações Tecnológicas em Saúde**. 2016. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/viver-bem/saude-e-bem-estar/11-inovacoes-tecnologicas-em-saude/>>. Acesso em 30 jul. 2017.

G1. **Avanços na Medicina Veterinária Geram Qualidade de Vida**. 01 jan. 2015. Disponível em <<http://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/mundo-pet/2014/noticia/2015/01/mundo-pet-avancos-na-medicina-veterinaria-geram-qualidade-de-vida.html>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

GARLOTTA, D. A Literature Review of Poly (lactic acid). **Journal of Polymers and the Environment**, [S.l.], v.9, n. 2, p.63-84, 2001.

GONSALEZ, P. P. B. **Lesão Medular Aguda e Crônica em Cães**. 2009. 66p. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) - Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo, 2009.

GORNI, A. A. Introdução à Prototipagem Rápida e Seus Processos. **Plástico Industrial**, [S.l.], p.230-239, 2001. Disponível em: <<http://www.gorni.eng.br/protrap.html>>. Acesso em: 12 mai. 2017.

GOVERNO DO BRASIL. **Guia Mostra Como Fazer Buscas de Patentes em Banco de Dados**. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2014/06/inpi-lanca-guia-para-mostrar-como-fazer-buscas-de-patentes>>. Acesso em: 6 jul. 2017.

GRABCAD. **Wheelchair for Terrier Dog**. 2013. Disponível em: <<https://grabcad.com/library/wheelchair-for-terrier-dog-1>>. Acesso em: 9 jul. 2017.

GUIMARÃES, N. D. **O Uso da Impressora 3D nas Práticas Médicas**. 2016. 25p. Monografia (Bacharelado em Biomedicina) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016.

HANDICAPPED PETS. Disponível em: <<https://www.handicappedpets.com/dog-wheelchair-medium-front-attachment-adjustable-wheelchairs-for-dogs-with-disabilities>>. Acesso em: 9 out. 2017.

HORNICK, J. & BHUSHAN, A. **More 3D Printing Patents are Expiring Soon: Here's a Roundup**. 3D Printing Industry, 2016. Disponível em: <<https://3dprintingindustry.com/news/more-3d-printing-patents-are-expiring-soon-heres-a-roundup-96561/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

IBGE. **População de Animais de Estimação no Brasil - 2013 - Em milhões**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/insumos-agropecuarios/anos-anteriores/ibge-populacao-de-animais-de-estimacao-no-brasil-2013-abinpet-79.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

IN THE FOLD AUTODESK. **Autodesk and Paralympian Denise Schindler Showcase the Future of Manufacturing to President Obama and Chancellor Merkel at Hannover Messe**. 2016. Disponível em: <<http://blogs.autodesk.com/inthefold/autodesk-and-paralympian-denise-schindler-showcase-the-future-of-manufacturing-to-president-obama-and-chancellor-merkel-at-hannover-messe-see-more-at-httpinthe-fold-autodesk-comsthash-ph0upapk/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

INDAC. **Reciclagem de Acrílico no Brasil**. Disponível em: <<http://www.indac.org.br/reciclagem-de-acrilico-no-brasil/>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

INPI. **Bases de Patentes Online.** Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/bases-de-patentes-online>>. Acesso em: 6 jul. 2017.

INPI. **Instituto Nacional da Propriedade Industrial.** Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC. **O que é PVC.** Disponível em :<<http://pvc.org.br/o-que-e-pvc>>. Acesso em: 3 set. 2017.

INSTRUCTABLES. **Small Front Leg Dog Wheelchair.** 2015. Disponível em: <<http://www.instructables.com/id/Small-Front-Leg-Dog-Wheelchair/>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

LATIPAT **ESPACENET.** Base de dados de patentes. Disponível em:<<http://lp.espacenet.com/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

LÖBACH, B. **Design industrial: Bases para a Configuração dos Produtos Industriais.** São Paulo: Editora Blücher, 2001.

LOPES, J. A. L. & ALMEIDA, L. C. **Metodologia para Concepção de Prótese Ativa de Mão Utilizando Impressora 3D.** 2014. 68p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

M LIVE. **Pet Duck Gets 3-D-printed Bill After It Was Attacked by a Pig.** 2017. Disponível em: <http://www.mlive.com/news/saginaw/index.ssf/2017/08/duck_gets_3-d_printed_bill_aft.html>. Acesso em: 13 set. 2017.

MAIA, B. A. **Parametrização Dimensional, por Modelo de Regressão, de Próteses de Mão para Crianças, Confeccionadas por Manufatura Aditiva.** 2016. 75p. Dissertação (Mestrado em Modelagem e Otimização) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

MANCINI, S. D. et al. Caracterização dos Resíduos da Construção Civil de Sorocaba – SP com Ênfase em Plásticos. In: Anais do 9º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2007, Campina Grande. **Congresso...** Campina Grande: Centro de Convenções Raymundo Asfora, out. 2007. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbppl/2007/PDF/51.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2017.

MARTINS, G. S.; IOZZI, M. A.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H.; FERREIRA, F. C. Caracterização Mecânica e Térmica de Compósitos de Poli (Cloreto de Vinila) Reforçados com Fibras de Sisal. **Polímeros**, São Carlos, v. 14, n. 5, p. 326-333, 2004.

MENDEZ, B. M.; CHIODO, M. V.; PATEL, P. A. Customized “In-Office” Three-Dimensional Printing for Virtual Surgical Planning in Craniofacial Surgery. **Journal of Craniofacial Surgery**, [S.I.], v. 26, n. 5, p.1584-1586, jul. 2015.

MENEZES, P. D. F; SARMENTO, V.; LAMBERTI, P. Aplicação da Prototipagem Rápida em Implantodontia. **Innovations Implant Journal – Biomaterials and Esthetics**, [S.I.], v. 3, n.6, p.39-44, set. 2008.

MERCADO LIVRE. Barra Roscada Aço Inox 304 Unc 3/8 1 Metro. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-925677442-barra-roscada-aco-inox-304-unc-38-1-metro-_JM>. Acesso em: 18 jan. 2018.

METRO. **Bubbles the Two-legged Daschund Gets New Lease of Life, Thanks To Her 3D-printed Wheels.** 2015. Disponível em: <<http://metro.co.uk/2015/06/23/bubbles-the-two-legged-daschund-gets-new-lease-of-life-thanks-to-her-3d-printed-wheels-5260707/>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1981.

NATURE WORKS. **Ingeo Biopolymer 3D850 Technical Data Sheet**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Technical-Data-Sheets/TechnicalDataSheet_3D850_monofilament_pdf.pdf?la=en>. Acesso em: 15 jun. 2017.

NISHIMURA, P. L. G.; RODRIGUES, O. V; BOTURA JUNIOR, G.; SILVA, L. A. Prototipagem Rápida: um Comparativo entre uma Tecnologia Aditiva e uma Subtrativa. In: 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (P&D), Belo Horizonte. **Congresso...** Belo Horizonte: UNA - Campus Aimorés, out. 2016.

NISHIMURA, P. L. G.; KICK, P. G. S.; RODRIGUES, O. V; BOTURA JUNIOR, G.; PASCHOARELLI, L. C. A Prototipagem Rápida aplicada à avaliação ergonômica: estudo comparativo entre um mock-up produzido manualmente e outro obtido por uma fresadora CNC. **Revista Ergotrip**, Aveiro, n. 2, p. 09-16, 2016. Disponível em: <<http://revistas.ua.pt/index.php/ergotripdesign/article/view/6269/4841>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

OLIVEIRA et al. Bioimpressão e produção de mini-órgãos com células tronco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 9, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-736X2017000901032&script=sci_arttext#B9>. Acesso em: 10 jan. 2018.

PANCOTTO, T. E. **Canine Wheelchair Equivalents**. Clinician's Brief. 2015. Disponível em: <<http://www.cliniciansbrief.com/article/canine-wheelchair-equivalents>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

PASCHOARELLI, L. C. **Usabilidade Aplicada ao Design Ergonômico de Transdutores de Ultra-sonografia**: Uma Proposta Metodológica para Avaliação e Análise do Produto. 2003. 161p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, D. C.; SILVA, J. C. P. **Metodologia de Design de Instrumentos Manuais**: Mock-Ups e Protótipos na Avaliação Ergonômica. O uso da modelagem aplicada à ergonomia no desenvolvimento de produtos. Metodologias em design: inter-relações/ orgs. Marizilda dos Santos Menezes, Luis Carlos Paschoarelli, Mônica Moura. - São Paulo : Estação das Letras e Cores, 2011.

PATENTSCOPE. Disponível em: <<https://patentscope.wipo.int/search/pt/search.jsf>>. Acesso em: 8 out. 2017.

PATENTSCOPE. HULTERSTRUM, H. D. **Cart assembly for a partially-immobilized animal**. US n. 4821676 A. 05 fev. 1988, 18 abr. 1989.

PATENTSCOPE. ARIZONO, H. & TSUZUMI, A. **Pet wheelchair**. JP n. 2005312370. 28 abr. 2004, 10 nov. 2005.

PATENTSCOPE. ARIZONO, H. **Pet wheelchair**. JP n. 2005229947. 20 fev. 2004, 02 set. 2005.

PATENTSCOPE. PARKES, L. J. **Prosthetic cart for animals**. US n. 4375203 A. 11 jun. 1981, 01 Mar. 1983.

PATENTSCOPE. SHIMABA, E. **Wheelchair for pet**. JP n. 2008035708. 01 ago. 2006, 21 fev. 2008.

PEREIRA, D. D. **O Uso da Modelagem Aplicada à Ergonomia no Desenvolvimento de Produtos**. 2015. 176p. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

PEREZ, M. F. **Design de um equipamento para auxílio na mobilidade de cães paraplégicos**. 2017. 167p. Monografia (Graduação em Design de Produto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Fab Lab Livre SP**. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/inovacao/inclusao_digital/index.php?p=194463>. Acesso em: 11 jan. 2018.

QUEIJO, L. et al. A Prototipagem Rápida na Modelação de Patologias. In: 3º Congresso Nacional de Biomecânica, Bragança. **Congresso...** Bragança: Sociedade Portuguesa de Biomecânica, 2009. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1511/1/A%20Prototipagem%20Rapida%20na%20Modela%C3%A7%C3%A3o%20de%20Patogenias%20versao%20final.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

REVISTA VETERINÁRIA. **Os Avanços na Medicina Veterinária**. 2016. Disponível em: <<http://www.revistaveterinaria.com.br/2016/06/07/os-avancos-da-medicina-veterinaria/>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

ROCHA, F. P. C. D.; SILVA, D. D.; BENEDETTE, M. F.; SANTOS, D. A. N. D.; COSTA, E. A. D. A.; DIAS, L. G. G. Displasia Coxofemoral em Cães. **Revista Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, n. 11, jul. 2008.

SILVA, A. A. L. D. **Estudo Clínico-laboratorial das Articulações de Cães Naturalmente Infectados com Leishmaniose Visceral e Experimentalmente Inoculados com Leishmania Chagasi por Via Intra-articular**. 2007. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2007.

SILVA, G. C. A. **Análise Cinemática da Marcha de Cães da Raça Golden Retriever Saudáveis**. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SOUZA, M. M. D.; RAHAL, S. C.; PADOVANI, C. R.; MAMPRIM, M. J.; CAVINI, J. H. Afecções Ortopédicas dos Membros Pélvicos em Cães: Estudo Retrospectivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n. 5, p. 852-857, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n5/a962cr3890.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

STAROSOLSKI, Z. A.; KAN, J. H.; ROSENFELD, S. D., KRISHNAMURTHY, R.; ANNAPRAGADA, A. Application of 3-D Printing (Rapid Prototyping) for Creating Physical Models of Pediatric Orthopedic Disorders. **Pediatric radiology**, [S.l.], v. 44, n. 2, p. 216-221, fev. 2014.

TAMPI, T. **10 Animals Who Got a 2nd Chance in Life with 3D Printing**. 3D Printing Industry. 2015. Disponível em: <<http://3dprintingindustry.com/2015/06/22/10-animals-who-got-a-2nd-chance-in-life-with-3d-printing/>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

THE DAILY DOT. **3D-printed Wheelchair Gives Disabled Dog Mobility**. 2015. Disponível em: <<https://www.dailydot.com/debug/3d-printed-dog-wheelchair/>>. Acesso em: 9 mai. 2017.

THE DENVER POST. **3D Printing Gives Small Kitten a New Prosthetic Paw**. 2016. Disponível em: <<http://www.denverpost.com/2016/06/01/prosthetic-kitten-leg/>>. Acesso em: 13 set. 2017.

THE WASHINGTON POST. **Meet Derby, The Dog Who Runs on 3-D Printed Legs**. 2014. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/news/speaking-of-science/wp/2014/12/17/meet-derby-the-dog-who-runs-on-3-d-printed-legs/?utm_term=.acd2afa12a41>. Acesso em: 9 mai. 2017.

THINGVERSE. **Adjustable Wheel Chair for Dog (Branco Project)**. 2014. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:493489>>. Acesso em 9 mai. 2017.

THINGVERSE. **FiGO - Rear Support Pet Wheelchair**. 2016. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:1397964>>. Acesso em: 9 jul. 2017.

THINGVERSE. **Silla de Ruedas Para Perro (Dog Wheelchair)**. 2017. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:2367390>>. Acesso em: 9 jul. 2017.

TUDURY, E. A.; ARIAS, M. V. B; BRACARENSE, A. P. F. L.; MEGID, J. JÚNIOR, R. F. D. Observações Clínicas e Laboratoriais em Cães com Cinomose Nervosa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n. 2, p. 229-235, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n5/a962cr3890.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

USPTO. Disponível em:<<https://www.uspto.gov/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

USPTO. PARKES, L. **Mobile prosthetic apparatus for disabled four-legged animals**. US n. 20040231613 A1. 23 mai. 2003, 25 nov. 2004.

USPTO. ROBINSON, M. C. et al. **Ajustable wheelchair for pets**. US n. 20090101084 A1. 18 out. 2007, 23 jun. 2009.

USPTO. NEWBY, S. & PULLEN, D. **Mobility aid for quadrupeds**. US n. 20170027676 A1. 29 jul. 2015, 02 fev. 2017.

VET CAR. Disponível em: <<http://www.vetcar.com.br/>>. Acesso em: 9 out. 2017.

VETCAR. **Ficha de Avaliação**. Disponível em: <<http://www.vetcar.com.br/semcusto/fichaavaliacao.html>>. Acesso em: 9 jul. 2017.

VIANNA, M.; VIANNA, Y.; ADLER, I. K.; LUCENA, B.; RUSSO, B. **Design Thinking: Inovação em Negócios**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

VIDA SOBRE RODAS. Disponível em:<<http://www.vidasobrerodas.com/>>. Acesso em: 9 out. 2017.

VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**. São Paulo: Editora Blücher; 2007.

WE LOVE ALL ANIMALS. **This Little Guy Couldn't Walk Until Someone Cared Enough To Make A Difference**. 2015. Disponível em: <<https://www.weloveallanimals.com/kitten-get-wheel-chair-to-walk/>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

WENKEL, R., KAULFUSS, K-H. Fractures in Small and Pet Animal – Frequencies, Classification and Therapy. **Kleintierpraxis**, [S.l.], v.46, n.7, p.401-410, 2001.

WINGFIELD, C.; LAW, H.T; STEAD, A. C. Canine kinematic hindleg gait analysis using a microcomputer. **Journal of Small Animal Practice**, [S.l.], v.34, p.319-324, 1993.

ZANG, L. **Doença do Disco Intervertebral (DDIV)**. 2012. 82p. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

APÊNDICE A

Figura 79. Entrevista com a presidente da ONG Naturae Vitae.

Nome: Fátima Schroeder Ong: Naturae Vitae - Sociedade de Proteção Animal e Ambiental. Ocupação na Ong: Bióloga e Presidente 1- Qual o perfil dos animais que são mais adotados? Existem algumas preferências na hora de adotar (idade, sexo, raça, porte, pelagem)? Apesar de muito se falar atualmente na mídia televisiva, internet, rede social... sobre vários tópicos relacionados aos animais... direitos, proteção, adoção, bem estar, abolicionismo, maus tratos, quando falamos de adoção, ainda existem pessoas que tem "preferência pelos de raça". De forma geral, preferem animais filhotes, fêmeas, de porte pequeno. 2- Em contrapartida, quais os animais menos procurados na hora da adoção? Sem dúvida os gatos, quando comparados aos cachorros. E em relação a cor, os pretos... sempre "sobram" :-{ Há tb. aqueles animais com algum problema de saúde, alguma doença crônica (que fará com que precise de medicamento sempre...) ou algum outro problema físico. Esses tb. são bem mais difíceis de conseguirem um Lar. A não ser quando fazemos alguma "campanha" bem feita e divulgamos nas mídias, a chance aumenta um pouco. 3- Geralmente encontramos diversos comentários comovidos em postagens de adoção de cães/gatos com algum tipo de deficiência. E na hora de adotar, existe realmente interesse e procura? Creio que a gde. maioria das pessoas fazem comentários desnecessários, do tipo... ai que dó... se eu pudesse adotaria... etc. Mas que na prática, não tem a atitude de realmente abrir o coração pra aquele animal, adotando-o. Geralmente um animal deficiente, mesmo que tenha pouca limitação, vai necessitar de pessoa que tenha cuidado, zelo, amor, e muitas vezes uma condição financeira que suporte as consequências advindas da deficiência ou da doença. Então... "vão ficando pra tras" pois não há procura. 4- Já aconteceram casos de pessoas abandonarem seus animais com deficiências na Ong? Ou a Ong já resgatou algum animal que foi abandonado por possuir alguma deficiência? Sim, uma coelha filhote que era parálitica das patinhas (as 2 de trás e 1 da frente, era bem tortinha). Era a "Perninha", viveu comigo cerca de 6 meses, ela tinha até Fisioterapia. Fizemos várias sessões, porém, as perninhas de trás foram crescendo e foram ficando rígidas, então paramos. Eu a levava junto comigo pra todo lugar numa cx. de transporte, usava muitos tapetes higiênicos pra forrar a cx..., tomava banhos regularmente... foi um aprendizado incrível, cuidar dela esse tempo <3 Se sim, o que as pessoas (ex-tutores) alegaram nestes casos? A resposta (desculpa) dos "donos" é sempre a mesma... dá trabalho, não tenho tempo, dá gastos, etc... 5- Você já lidou com animais com algum tipo de deficiência? Se sim, eles tendem a ser mais assustados, retraídos ou agressivos (devido ao susto/trauma)? De forma mais geral, acredito que depende da deficiência, se foi atropelado e perdeu o movimento das patas... se sofreu maus tratos, espancado por ex... e ficou deficiente... acho que teremos uma mistura de assustados / retraídos / agressivos... Acha que uma prótese/cadeirinha melhoraria isso? Certamente melhoraria... mas o animal paráltico, por ex., não pode ficar o tempo todo no carrinho de roda... isso prejudica... alguns momentos do dia apenas...

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 80. Entrevista com a presidente da AUG.

Nome: Susan Yamamoto Ong: Adote um Gatinho Ocupação na Ong: fundadora, presidente 1- Qual o perfil dos animais que são mais adotados? Existem algumas preferências na hora de adotar (idade, sexo, raça, porte, pelagem)? Os mais adotados são filhotes de cores mais claras: brancos, amarelos, siameses, sialatas e azuis. No geral, machos e fêmeas são adotados igualmente (embora existam pessoas que ainda prefiram as fêmeas por causa da história de que macho faz xixi em tudo). Quanto mais jovem, mais as pessoas querem, porque acreditam que podem educar o bichinho do seu jeito. Raça não faz muita diferença porque na ONG aparecem no máximo siameses, as demais raças raramente são encontradas na rua. Porte e pelagem tanto faz. 2- Em contrapartida, quais os animais menos procurados na hora da adoção? Em relação a cor, as escamas, os preto e brancos e os pretos. Tb não são adotados os gatos positivos para FIV (aids felina), gatos renais ou com outro tipo de doença crônica ou condição física que exija dedicação nos cuidados ou limpeza (diabéticos, praplégicos - por conta da massagem para urinar) 3- Geralmente encontramos diversos comentários comovidos em postagens de adoção de cães/gatos com algum tipo de deficiência. E na hora de adotar, existe realmente interesse e procura? Sim, doamos facilmente gatos cegos ou sem um dos membros. O que as pessoas não adotam são animais que exijam dedicação, cuidados. Um deficiente com vida normal tem bastante procura. As pessoas querem ajudar mas não querem ter trabalho. 4- Já aconteceram casos de pessoas abandonarem seus animais com deficiências na Ong? Ou a Ong já resgatou algum animal que foi abandonado por possuir alguma deficiência? Se sim, o que as pessoas (ex-tutores) alegaram nestes casos? A maioria é encontrada na rua sem histórico, mas lembro de dois casos de gatos paraplégicos que foram resgatados pela ONG. Um foi um tigrinho, o Bobô, que eu adotei. Após levar uma paulada de um vizinho, ele ficou paraplégico e a dona não deixou mais ele entrar. E a outra foi uma gatinha que foi atropelada e o dono disse não ter condições de fazer nada por ela. 5- Você já lidou com animais com algum tipo de deficiência? Se sim, eles tendem a ser mais assustados, retraídos ou agressivos (devido ao susto/trauma)? Acha que uma prótese/cadeirinha melhoraria isso? Sim, muitos. Eu já tive 2 paraplégicos, já cuidei de outros, e atualmente tenho 1, o Sapatinho. Já dei lar temporário para gatos que precisaram de amputação ou eram cegos tb. Não noto mudança no comportamento por susto/trauma. Os que são assustados provavelmente á eram assustados na rua. Tem só um caso, de um gato que levou uma paulada na cabeça (e com isso acabou perdendo um olho). Ele chegou na ONG e não comia por nada. Chegaram a passar sonda esofágica. Ele só voltou a comer depois de reiki e acupuntura e a fisioterapeuta acredita que ele não comia por trauma. Provavelmente a paulada que ele levou teve a ver com a alimentação, talvez ele estivesse comendo no momento em que foi atingido, e com isso ele travou. Já tentamos a cadeirinha com vários dos nossos paraplégicos. A maioria não usa, prefere se arrastar e faz isso sem problemas. Eu tive uma paraplégica, a Bibi, que usava e curtia, mas ainda assim somente dava pra usar de vez em quando. Os gatos acabam enroscando as rodas nos móveis ou capotando ao tentarem escalar o sofá, a cama, etc. Prótese pode ser que dê certo. Vamos tentar com um gatinho que chegou essa semana e precisou amputar as duas patas traseiras. Acho que requer um treinamento, mas ainda não tive experiência. ...	
---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B

Tabela 9. Resultados obtidos na base Patentscope.

Palavra-chave	Silla de ruedas canina	Silla de ruedas animal	Dog Wheelchair	Pet wheelchair	Animal wheelchair	Veterinary Paraplegic Cart	Animal cart	3D printing wheelchair	Rapid Prototyping wheelchair
	AR103433 (A4)- 2017-05-10	AR103433 (A4)- 2017-05-10	CN104473735 (A)-2015-04-01	CN205548843 (U) - 2016-09-07	JP2015070816 (A) - 2015-04-16	US3215117 (A) - 1965-11-02	US4375203 (A) - 1983-03-01		
			JP2005229947 (B2)-2007-02-07	CN104473735 (A) - 2015-04-01	CN101371809 (A) - 2009-02-25		CA1166095 (A) - 1984-04-24		
				CN204394823 (U) - 2015-06-17	JP2005312370 (B2) - 2005-11-10		US4821676 (A) - 1989-04-18		
				JP2008035708 (B2) - 2008-02-21	JP2005229947 (B2) - 2005-09-02		US2004023161 3 (B1) - 2004-11-25		
				CN101371809 (A) - 2009-02-25	JP2004187937 (A) - 2004-07-08				
				JP2009095349 (A5) - 2009-05-07					
				JP2009219477 (A) - 2009-10-01					
				JP2005229947 (B2) - 2007-02-07					
				JP2005229947 (A2) - 2007-02-07					

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE C

Tabela 10. Resultados obtidos na base USPTO.

Palavra-chave	Dog wheelchair	Pet wheelchair	Animal wheelchair	Veterinary Paraplegic Cart	Animal cart	3D printing wheelchair	Rapid Prototyping wheelchair
	US 2017/0027676 A1 02 02 2017		US 2009/0101084 A1 04 23 2009	US7549398 (B2) 2009-06-23	US 2004/0231613 A1 11 25 2004		
				US3215117 (A) 1964-01-27	US 2009/0101084 A1 04 23 2009		

Fonte: Elaborado pela autora.

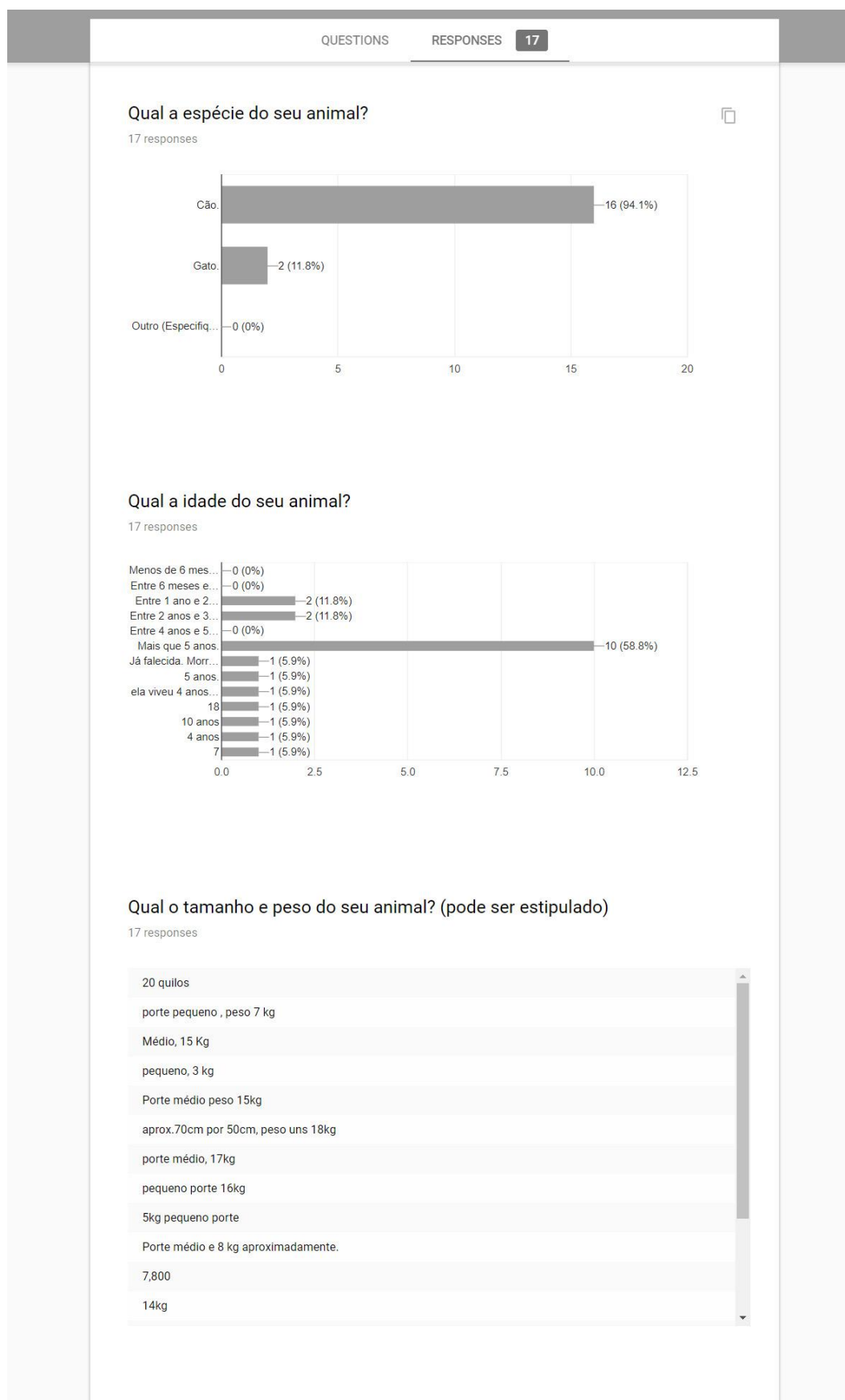
APÊNDICE D

Tabela 11. Resultados obtidos na base Espacenet.

Palavra-chave	Dog wheelchair	Pet wheelchair	Animal wheelchair	Veterinary Paraplegic Cart	Animal cart	3D printing wheelchair	Rapid Prototyping wheelchair
	CN104473735 (A) - 2015-04-01	CN104473735 (A) - 2015-04-01	US2009101084 (A1) - 2009-04-23	US3215117 (A) 1964-01-27	PH12015000054 (A1) - 2016-08-22		
	JP2005229947 (A) - 2005-09-02	JP2005229947 (A) - 2005-09-02	JP2005312370 (A) - 2005-11-10		CA36290 (A) - 1891-04-02		
		CN204394823 (U) - 2015-06-17	JP2005229947 (A) - 2005-09-02		PL411684 (A1) - 2016-09-26		
		JP2008035708 (A) - 2008-02-21	JP2004187937 (A) - 2004-07-08				
		CN101371809 (A) - 2009-02-25					
		JP2009095349 (A) - 2009-05-07					
		JP2009219477 (A) - 2009-10-01					
		CN105310807 (A) - 2016-02-10					
		CN203988514 (U) - 2014-12-10					
		CA119129 (S) - 2008-01-14					
		USD627936 (S) - 2010-11-23					
		TWM500559 (U) - 2015-05-11					
		TWM510607 (U) - 2015-10-21					
		TWM524071 (U) - 2016-06-21					
		TWM532151 (U) - 2016-11-21					
		JP2015216897 (A) - 2015-12-07					
		CN205548843 (U) - 2016-09-07					

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE E – Entrevistas com os tutores (Google Forms)



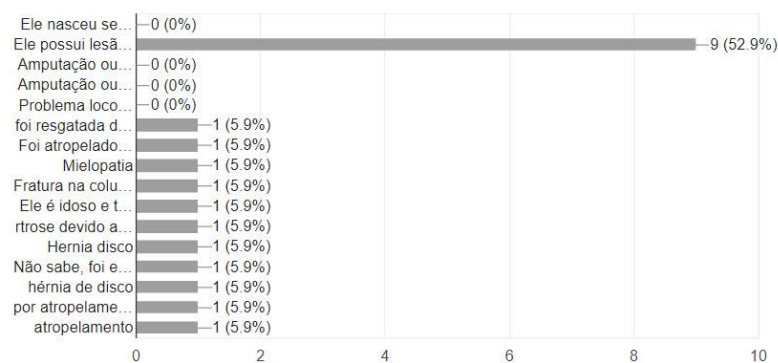
QUESTIONS

RESPONSES

17

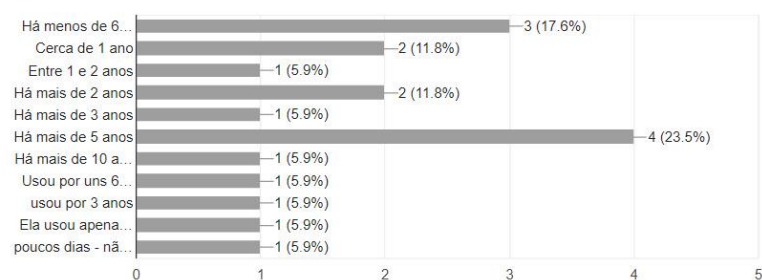
Qual a lesão que seu animal tem, que faz com que ele use a cadeirinha de rodas?

17 responses



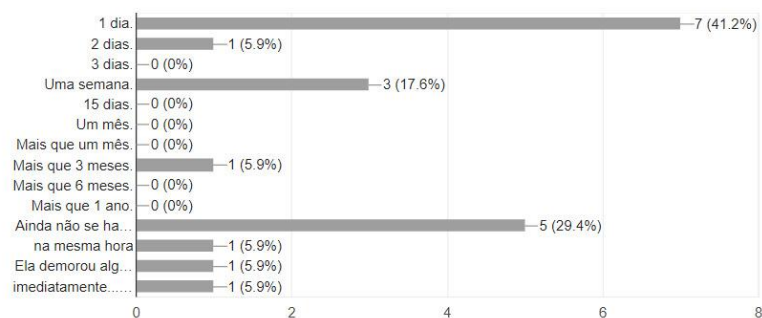
Há quanto tempo ele usa a cadeira de rodas?

17 responses



Quanto tempo o seu animal demorou para se habituar à cadeirinha?

17 responses



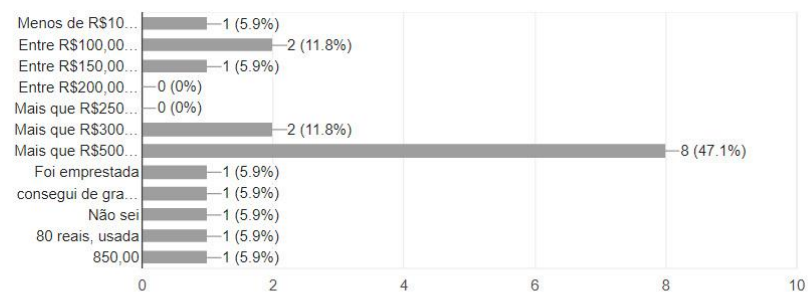
QUESTIONS

RESPONSES

17

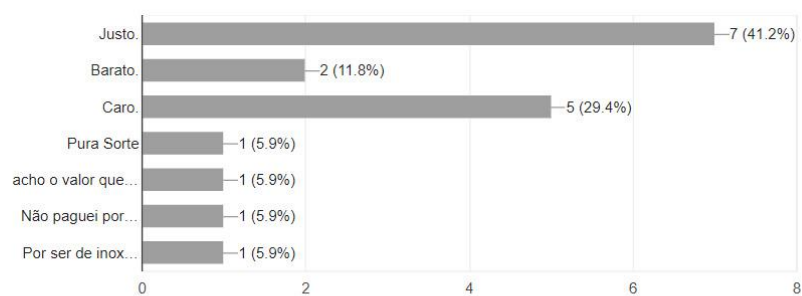
Quanto você pagou por ela?

17 responses



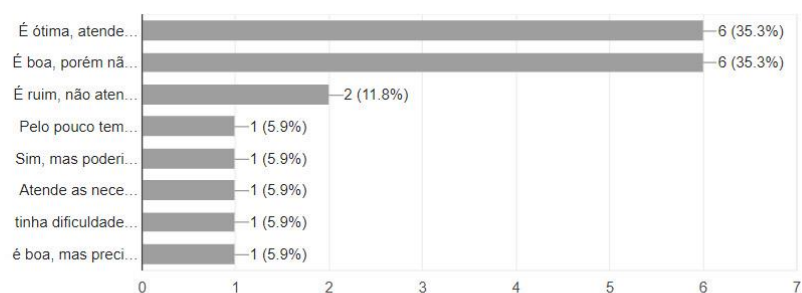
O que achou do valor?

17 responses



O que você acha desta cadeirinha? Ela atende bem as necessidades e limitações do seu animal?

17 responses



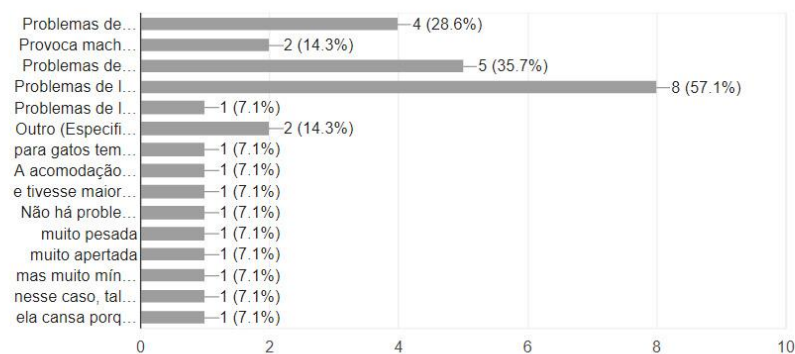
QUESTIONS

RESPONSES

17

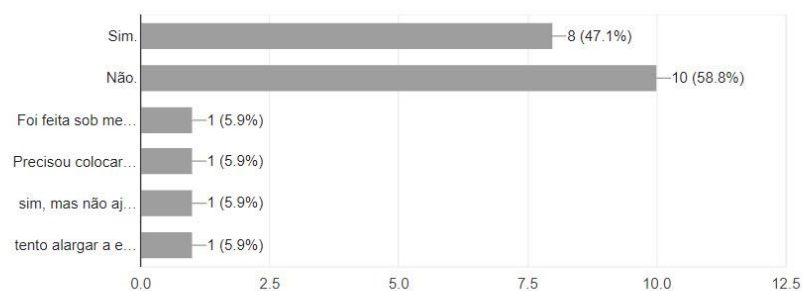
Se a cadeirinha do seu animal possui defeitos e limitações, quais são eles?

14 responses



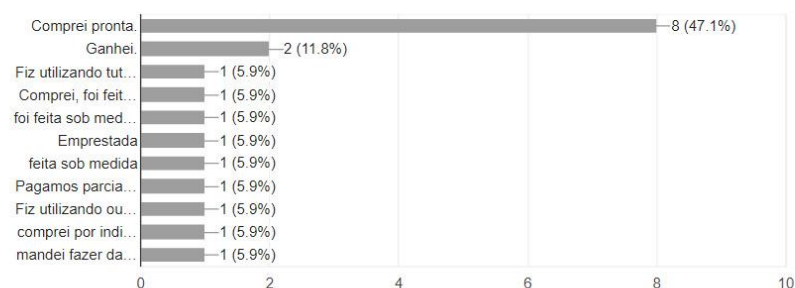
Você precisou fazer algum ajuste estrutural na cadeirinha para o seu animal?

17 responses



Como você obteve esta cadeirinha para o seu animal?

17 responses



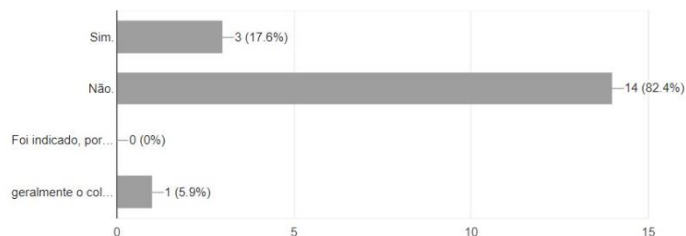
QUESTIONS

RESPONSES

17

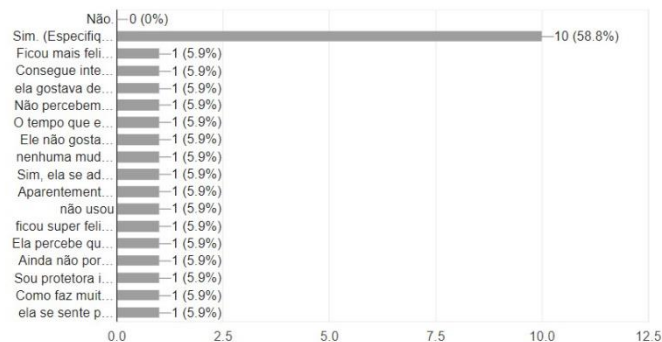
Seu animal precisou fazer fisioterapia ou reabilitação para se adaptar à cadeira?

17 responses



Houveram mudanças no comportamento do animal desde o uso da cadeirinha? Ele se sente mais feliz? E seu relacionamento com outros animais?

17 responses



Como funciona a limpeza desta cadeirinha?

17 responses

- Lavámos as rodas, passamos pano no resto da estrutura
- é muito simples, feita com um pano úmido ou uma bucha com sabão neutro
- Lavo com água e sabão periodicamente e passo óleo de máquina nas rodinhas
- nunca precisei
- A limpeza é tranquila, fizemos a manutenção 1 unica vez, ela é utilizada apenas para passeios externos, em casa fica sem a cadeirinha.
- A limpeza era feita com pano úmido. E a manutenção (fiz apenas uma vez), apenas reforçava aa costuras das faixas.
- Limpeza com álcool
- lavar diariamente
- Limpeza normal, manutenção com bastante frequencia, devida a alta atividade do animal
- Pano úmido.
- não usou
- não fiz
- limpo raramente. Por ser de alumínio não requer. Mas a parte onde fica o peito é de napa - um lado dá pra limpar mas o avesso, nao. Poderia ser outro material.
- Nunca fiz a limpeza pois tem pouco uso.
- Pano umidecido com algum produto de limpeza. Ou mesmo um paninho úmido.
- Passamos um pano úmido nas partes de alumínio e nas rodas e tiramos as partes em tecido para lavar na máquina.
- limpo com alcool

Quais as manutenções que devem ser feitas na cadeira de rodas (rodas, estruturas, tecido)? Te passaram a vida útil dela?

15 responses

a minha nunca precisou de manutenção

Tecidos nas alças de sustentação do cão

nunca precisei

Ocorre um desgaste normal de uso, os parafusos precisaram ser trocados.

Se o uso tivesse sido mais longo, deveríamos trocar as faixas elásticas, velcros e rodinhas.

Nunca fiz manutenção

manutenções dependem da utilização, para a Nana foram usadas até hoje 3 cadeirinhas e uma de reserva.

Sempre ajustar a estrutura e trocar pneus, ela gastava muito pneu

No dia a dia não precisa de manutenção, ficamos de olho somente nas rodas para trocar caso desgaste.

não usou

não fiz

Não me passaram a vida útil. Sempre olhar se os parafusos estão apertados, pois algumas vezes já quebrou/soltou durante os passeios. Também a estrutura principal, por algum motivo, empenou e tive de trocar, comprando uma peça nova.

Não passaram a vida útil. Ainda não precisou de manutenção. Está nova.

Geometria e balanceamento (hahahahaha, é verdade!), e trocamos as rodas logo no início (colocamos maiores para poder subir e descer pequenos obstáculos, como meio fio). Trocamos a parte em tecido também, para melhor adaptação. Tudo isso com +/- 5 anos de uso. Desde então, nunca mais trocamos nada. Está perfeita.

nao passaram vida util e nem manutenção. pneus de borracha, acredito que com o tempo terei que trocar. ela tambem roeu o cinto que segura no torax acabei adaptando um cinto de carro

Se você pudesse palpar sobre a produção de uma cadeirinha, o que você mudaria nela? No caso, o que você acha que melhoraria a qualidade de vida do seu animal?

16 responses

a parte da estabilidade pra não caírem quando correm e alguma maneira deles poderem descansar sem tem que tirar o animal da cadeirinha

Mais fácil de colocar no cão e mais flexível

talvez o conforto, apoiando melhor a barriguinha

Mudaria a acomodação da pata traseira do animal, se houver terreno irregular a pata se solta facilmente e arrasta no chão, causando ferimentos.

Se tivesse maiores condições e materiais disponíveis, melhoraria a qualidade dos materiais.

Faria com um material menos abusivo à pele do animal, com partes mais fofinhas para apoio dos pezinhos, o encaixe dela no animal faria mais seguro para não soltar, talvez com um ganchinho e faria de um material mais leve para facilitar a locomoção dele.

mudaria a proteção para não causar escaras.

Talvez uma estrutura menos rígida e mais ergonômica, com uma parte de fixação mais confortável, ergonômica e firme, como essas coleiras novas que pegam todo o pectoral do cão, para que ele não tenha que fazer esforço extra para mover a cadeirinha ou se manter numa posição adequada ao movimento nela

Seria legal ter mais estabilidade, o material ser mais leve e desenvolver uma coleira na parte da frente da cadeirinha que tenha o fecho em cima, para facilitar na hora da retirada. Já buscamos outras alternativas para a coleira, mas a saída que encontramos e deu mais certo foi colocar uma normal e toda vez retirar ela por completo do encaixe da cadeira.

adaptável, material leve, que ela consegue puxar, fácil higiene.

mais resistente, mais leve, com regulagens, fácil limpeza

A maioria das cadeiras tem o apoio de pé atrás (tiras), onde as patas ficam penduradas de forma contrária. A veterinária me informou que para a lesão da coluna, essa posição da pata piora o estado do animal. Na minha, mudaria o tipo de tecido utilizado, que fosse fácil de lavar, secar e retirar da cadeira. O meu não tem como retirar para limpeza.

Materiais leves, sem quinas, um apoio de patas com ergonomia, tecido lavável. Fácil desmontagem para caber no carro sem ocupar espaço.

Mudaria a parte onde colocamos as patinhas traseiras dela. Ficam caindo. Teríamos que ver outra alternativa.

Na de hoje, nada. Vejo muitas cadeirinhas sem o apoio na parte do peito, parece que o animal perde um pouco do equilíbrio.

a largura. a roda é offroad, entao ela é bem mais larga que o quadril dela.... queria uma offroad que nao ocupasse tanto espaço. e acho que o material deveria ser mais lev

APÊNDICE F

CADEIRA DE ACRÍLICO COM CORTE À LASER (GRABCAD)

Como foi dito anteriormente, uma cadeira foi confeccionada em acrílico através do corte a laser para o Estudo de Caso (Capítulo 3,5). O modelo proposto (Figura 81) poderia ser confeccionado a partir de outros materiais, porém o acrílico foi escolhido pela sua resistência, leveza e facilidade de limpeza.

Figura 81. Modelo de cadeira de rodas confeccionado por corte a laser (GrabCAD).



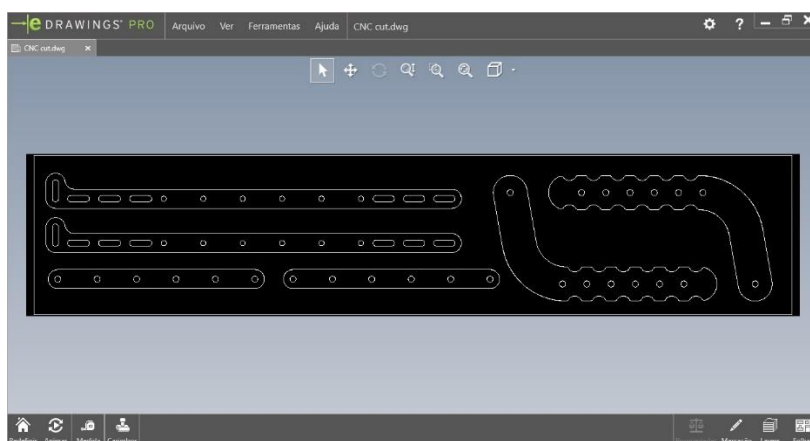
Fonte: GrabCAD.

O poli(metacrilato de metila), conhecido como acrílico, é um polímero pertencente à família dos termoplásticos. É um material rígido e resistente, atóxico, sendo conhecido por sua variedade de aplicações, como na área de construção até na de produção de artigos domésticos, displays, luminosos, fachadas, entre outros. Possui boa resistência química aos ácidos diluídos, soluções de bases inorgânicas, solventes orgânicos apolares e óleos vegetais e baixa resistência química para solventes aromáticos, hidrocarbonetos clorados, ácidos orgânicos, ésteres, cetonas, graxas, álcoois, tiner e soda cáustica (BELMETAL).

O acrílico tem densidade relativa de 1.19 g/cm^3 ; uma chapa de 2 m^2 com 3 mm de espessura pesa aproximadamente $7,26 \text{ kg}$, por exemplo. Possui boa resistência a produtos químicos comuns e sua resistência à abrasão é comparável à do alumínio. Quando se quebra, não possui tendência à fragmentação, e é 100% reciclável. Além de transparente, pode ser encontrado em diversas opções de espessuras e de cores, até mesmo em versões translúcidas e opacas (BELMETAL, INDAC).

Para a confecção do modelo, utilizou-se o arquivo disponibilizado no site GrabCad, que já se encontrava salvo no formato utilizado pela máquina de corte a laser (Figura 82).

Figura 82. Arquivo *open source* para corte a laser.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a confecção desse modelo de cadeira de rodas, foi utilizada uma placa de acrílico transparente de espessura 6mm. Ao todo, as peças para este aparelho ficaram prontas em aproximadamente 20 minutos (Figura 83).

Figura 83. Corte das estruturas da cadeira por meio do laser.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como essas peças foram confeccionadas sem custos pela “Fab Lab Livre SP”, inclusive para a produção das mesmas foi reaproveitada parte de uma placa descartada no laboratório, não havia como calcular o valor da hora/máquina, nem do material. Portanto, um pedido de orçamento foi enviado para uma empresa que realiza serviços com acrílicos e corte à laser, que orçou o projeto em R\$175,00.

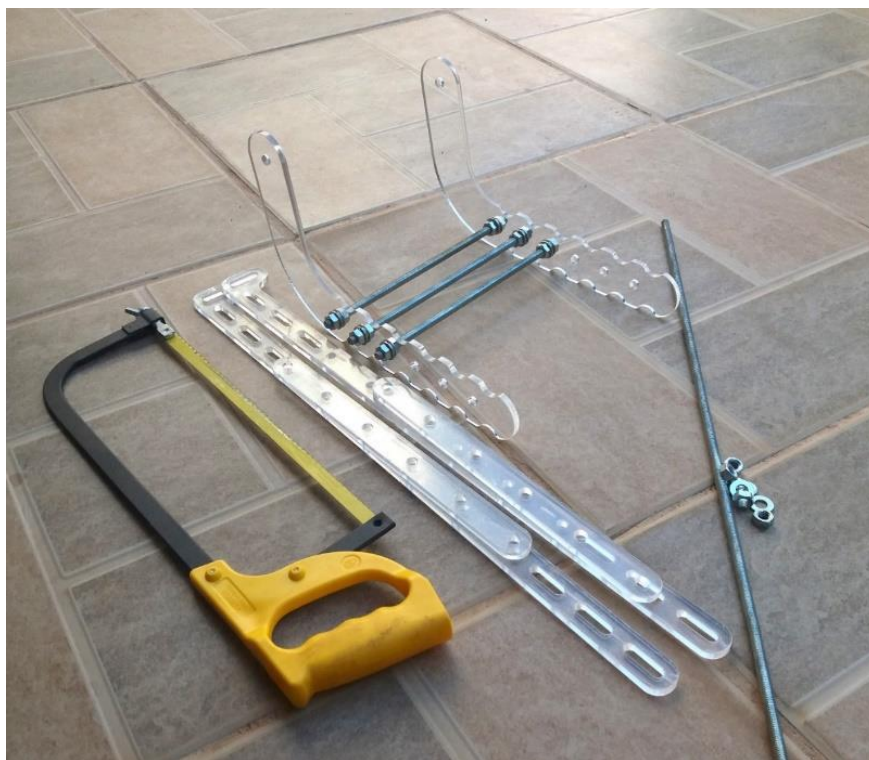
Para a montagem da estrutura da cadeira, que demorou aproximadamente 2 horas e 45 minutos, foi utilizado aproximadamente 60cm de barra zincada roscada, cortada com serra manual (Figura 84) e depois fixada com doze porcas sextavadas autotravantes (Figura 85). As laterais da cadeira, de acrílico, também foram fixadas com doze porcas autotravantes, doze parafusos e doze arruelas, conforme a Figura 86.

Figura 84. Corte da barra zincada roscada.



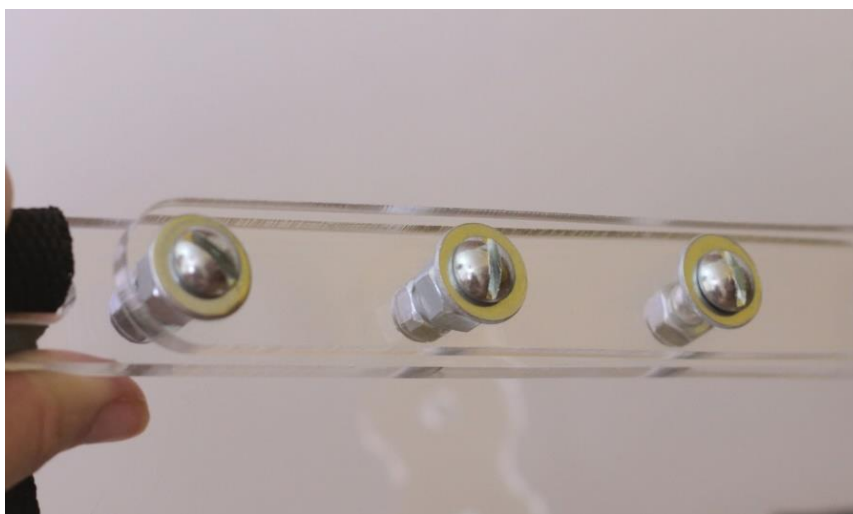
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 85. Montagem da cadeira com barra zincada roscada, porcas autotravantes e arruelas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 86. Parafusos com porcas autotravantes e arruelas para fixação das laterais.



Fonte: Elaborado pela autora.

Através da montagem, foi possível observar instabilidade no modelo. Como o acrílico é um material liso, na região onde é fixada a estrutura das rodas foram adicionados pedaços de EVA (Espuma Vinílica Acetinada) para auxiliar na criação de atrito.

A cadeira recebeu um par de rodas utilizado como apoio em bicicletas infantis, que precisou de mais duas porcas autotravantes, duas arruelas e mais 20cm de uma barra zincada roscada para o eixo.

O tutorial utilizado disponibilizava um modelo de suporte para o tórax do animal, para ser produzido no couro através do corte à laser, que foi utilizado como base para a confecção de uma estrutura com guias de coleira e tecido, material disponível e utilizado na confecção das outras cadeiras. E ainda, para evitar o atrito do cão à barra zincada roscada, foi adicionado um pedaço de tecido almofadado para desempenhar um papel de forro, como pode ser visto na Figura 87.

O custo de todo material utilizado na confecção das cadeiras foi R\$210,25 (Tabela 12), com um tempo estimado de 3 horas e 05 minutos.

Figura 87. Cadeira de rodas de acrílico montada.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 12. Materiais e custos do modelo de acrílico.

Material	Custo (R\$)
Peças cortadas à laser	175,00
Rodas de apoio para bicicleta infantil (par)	5,00
Barra Zincada Roscada (80cm)	3,12
Porcas Sextavadas Auto-travantes (26 unidades)	7,80,
Arruelas (14 unidades)	1,40
Parafusos (12 unidades)	2,40
Tecidos para sustentação (45cm de guia de 1,5cm +20cm de tecido almofadado)	15,50.
Total	210,25

Fonte: Elaborado pela autora.

A cadeira foi testada no cão 2 (Figura 88), porém o modelo não conferiu estabilidade nem firmeza, mesmo com os parafusos bem justos, inclusive se desmontou após poucos minutos de uso. Como o equipamento em questão não forneceu resultados satisfatórios e não contribuiu diretamente para o projeto, foi retirado do Estudo de Caso.

Figura 88. Teste da cadeira no cão 2.



Fonte: Elaborado pela autora.

ANEXO 1

FICHA DE AVALIAÇÃO VETCAR

FICHA DE AVALIAÇÃO  **VetCar** APARELHO DE FISIOTERAPIA VETERINÁRIA

RESPONDA AO QUESTIONÁRIO COM ATENÇÃO PARA TRAÇAR O PERFIL IDEAL DO ANIMAL **LEGIVELMENTE**

LEGIVELMENTE NOME DO ANIMAL _____ Cão ou Gato? _____ Raça ☐ ☐ ou Semelhança ☐ ☐ QUAL?: _____

Sexo _____ Idade _____ Peso _____ kg **ATENÇÃO:** "imaginar" o peso do animal pode comprometer a estrutura e o ajuste do VetCar

PROPRIETÁRIO _____ E-mail: _____

End: _____ Nº: _____ Bairro: _____

Cidade: _____ U.F. _____ CEP: _____ - Fone () _____ Cel () _____ CPF: _____

VETERINÁRIO ATUANTE (para fins de cadastro informativo)

Nome: _____ E-mail: _____

End: _____ Nº: _____ Bairro: _____

Cidade: _____ U.F. _____ CEP: _____ - Fone () _____ Clínica () _____

PARTE 1: AO VETERINÁRIO - o questionário tem caráter informativo, SEM RESPONSABILIDADES ao veterinário.**CAUSA E LOCAL DA PARALISIA/PARESIA**

Cervical () Toraco lombar () = Lesão da medula espinhal () Protrusão () Calcificação de disco () Trauma ()

Cinomose () Displasia coxofemoral () Congênito () Amputações, quais? () _____ Outras () _____

HISTÓRICO DA SAÚDE DO ANIMAL - Resposta sim: ☐ Resposta não: ☒

- Obs.: _____
- Tempo de início do problema _____ Tempo que a paresia instalou-se _____
- A paralisia é: Parcial ☐ Total ☐ Flácida - Mole ☐ Espástica - Dura ☐
- Tem sensibilidade: Superficial ☐ Profunda ☐ Reflexo Patelar ☐ Reflexo Anal ☐
- Nos pés: Tem movimentos ☐ Levanta por si só ☐ Sustenta-se em pé ☐ Dá passos ☐
- A paralisia está: Piorando ☐ Melhorando ☐ Estável ☐ Aparenta sentir dores ☐
- Comportamento: Calmo ☐ Bravo ☐ Agitado ☐ Outros _____
- O animal tem vontade, toma atitudes para se mover, tem iniciativa ☐ *item muito importante
- Peso atual: Está Normal ☐ acima ou abaixo, quanto _____
- Realizou cirurgia para o problema de paralisia ☐ Quando _____ Realizou acupuntura ☐
- Com corticóide/anti-inflamatório: Melhora ☐ Piora ☐ Estabilizado ☐ Não usou ☐
- Terreno em que o animal vive: (grama, terra, acidentado, piso frio, cimento)

As 3 próximas questões são suposições clínicas - visuais:

Há possibilidade do animal voltar a andar por si só após o uso do VetCar

Será usado para fisioterapia dos pés ☐ Somente para locomoção das mãos (lesão irreversível dos pés) ☐

TESTE DA FORÇA DAS MÃOS patas da frente, anteriores "TESTE DA TOALHA"

Este teste é de extrema importância pois a fraqueza nas mãos causará falha no uso do VetCar. O teste deve ser feito da seguinte maneira: Suporte o animal pelo abdômen com uma toalha levantando seu posterior, nivelando assim a coluna. O animal deverá de imediato andar perfeitamente com as mãos. (obs: o fato de o animal se arrastar usando as mãos, não é indicativo de mãos fortes).

Observe e assinale "SIM" somente se necessário ("SIM" significa insucesso uso do VetCar)

1- Não consegue andar com as mãos, mesmo empurrando ☐ 2- Poucos passos e curtos ☐ 3- Abre as mãos para fora ☐

4- Anda cruzando as mãos ☐ 5- Joga o corpo para trás ou tenta deitar-se ☐ 6- Há desvio severo na coluna ☐

Mãos totalmente boas, nada digno de nota: CONFIRMADO ☐ Comentário das mãos? _____

CASO NÃO HAJA FIRMEZA NAS MÃOS entrar em contato telefônico com o suporte médico veterinário para pedidos especiais

PARTE 2: AO PROPRIETÁRIO Este item é de TOTAL responsabilidade DO PROPRIETÁRIO**AS MEDIDAS DEVEM SER FEITAS POR PESSOAS PRÓXIMAS AO ANIMAL → LEIA COM MUITA ATENÇÃO ←**

Sendo o VetCar projetado com exclusividade, é fundamental atenção na execução das medidas. Apesar do animal não estar numa postura de normalidade, deve ser colocado EM PÉ com os membros tocando o chão como se estivesse normal. Peça ajuda e sustente-o como no teste da toalha. NÃO DEIXE FOLGA NAS MEDIDAS: nós deixaremos. A medida C está entre a dobra do pescoço até a dobra da cauda. A medida G é a circunferência da parte mais larga e alta de UM dos membros (virilha). As medidas E, F, G são círculos contornando no corpo do animal. As outras medidas devem ser feitas em linha reta. Na medida J não considerar vulva nem testículos.

A _____ B _____

C _____ D _____

E _____ F _____

G _____ H _____

I _____ J _____

K _____ Obs.: J + K = B

ATENÇÃO

E - F - G são CÍRCULOS

Animal deve estar EM PÉ com a postura das pernas como se estivesse normal.

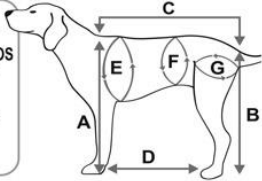
H - I

Em linha reta

Medir com régua rígida olhando de cima.

DICA IMPORTANTE

Colocar o "zero" da régua no chão medindo B - J - K na sequência



SEJA CRITERIOSO NA EXECUÇÃO DAS MEDIDAS, PRINCIPALMENTE G e I. EM CASO DE DÚVIDAS, CONSULTE-NOS VIA FONE

Opções desejadas: PEDIDO DE URGÊNCIA () RODAS ESPECIAIS () PegLeve () *vide verso

Como tomou conhecimento do VetCar: congresso, televisão, internet, veterinário, revistas (quais?) _____

Atesto e firmo estar ciente e de acordo com todos os itens de ambas as páginas deste documento.

Assinatura do responsável pelo pedido

Data ____/____/____ 220709 ps

Fazer fotocópias para futuros pedidos



VetCar
www.vetcar.com.br

Aparelho de
Fisioterapia
Veterinária

Edited by Foxit Reader

Copyright (C) by Foxit Corporation 2005-2008
Evaluation Only

**NÃO É CADEIRA DE RODAS!
É APARELHO FISIOTERÁPICO**

Devido ao grande número de animais deficientes e mesmo assim estimados pelos proprietários é que chega ao Brasil o **VetCar Aparelho de Fisioterapia Veterinária**. Ao contrário do homem o animal não apresenta alterações psicológicas frente à paralisia. Além de ter atenção mantida ou redobrada por parte dos proprietários. Isso sem citar que em certas situações o uso do **VetCar** é fator decisivo na manutenção, higiene e fisioterapia para que o animal volte a andar. Assim, a função primordial do **VetCar** é a de facilitar o convívio do animal com seu proprietário, trazendo conforto e harmonia na relação de ambos. A ideia e o desenho inicial deste aparelho ortopédico veterinário não é nova. Foi idealizada há mais de 45 anos na Universidade da Pensilvânia (EUA) pelo Dr. Lincoln Parkes. Desde então vem sendo aprimorado e comercializado nos EUA e Europa. No Brasil é o único gerenciado e administrado por Médicos Veterinários com tese de mestrado e pesquisas científicas no assunto.

PRINCIPAIS INDICAÇÕES AO USO DO VetCar

► Fisioterapia para problemas dos membros posteriores ocasionados por: acidentes, osteopatias, discopatias, mielopatias degenerativas, displasia coxofemoral ► evitar que os animais se sujeem em seus próprios dejetos ► evitar a formação de escaras durante o tratamento com acupuntura nas sequelas da cinomose ► atuar como *complemento* dos exercícios fisioterápicos na água ou em esteiras ► favorecer o tônus muscular, evitando atrofias ► oferecer uma ótima qualidade de vida ao animal. É importante ser dito: grande quantidade dos sacrifícios requeridos por parte dos proprietários está mais diretamente relacionada com a má impressão causada pelas feridas e condições higiênicas que pela paralisia em si, interrompendo-se por isso o convívio harmonioso com o animal, além de privá-lo de um possível sucesso no tratamento. Assim, na maioria dos casos somente com o uso do **VetCar** o animal terá chance de voltar a andar por si só.

REQUISITOS PARA A INDICAÇÃO DO VetCar

► Saúde e bom estado geral do animal (exceto pés) ► mãos fortes ► peso razoável, considerando-se a idade e raça do animal ► atitude e desejo do animal em se mover. Normalmente não há necessidade de treino, porém há uma fase de adaptação para gatos, coelhos, animais mais velhos e para aqueles que permaneceram um longo período imóveis.

Importante: Para a segurança do animal, o mesmo deve permanecer sob supervisão enquanto estiver no **VetCar**.

CONFECCÃO

O **VetCar** é confeccionado em aço inox trefilado categoria-316, encaixe de alumínio leve, suporte composto em polietileno injetado macio, rodas emborrachadas. O cálculo da construção é individualmente projetado e elaborado de acordo com a estrutura individual de cada paciente, visando promover o máximo de conforto, adequação e resultado na possibilidade do paciente voltar a andar por si só. A sua conformação singular permite que o animal urine e defeque mesmo quando no aparelho, sem se sujar, tornando-o totalmente higiênico (machos e fêmeas).

MEDIDAS

Uma vez que o **VetCar** é fabricado para ter dinâmica e equilíbrio exclusivo, é fundamental que as medidas sejam feitas com o máximo de atenção, seguindo-se as orientações fornecidas na "Ficha de Avaliação". Portanto, para o melhor desempenho e sucesso na utilização do **VetCar**, o pedido deve ser preferencialmente encaminhado por Médico Veterinário após avaliação e diagnóstico do animal. **Já as medidas devem ser feitas pelo proprietário sem compromisso ao Médico Veterinário.** Em caso de dúvidas no ato de realizar as medidas, solicitamos que o proprietário faça contato com a empresa através do suporte técnico.

GARANTIA E ASSISTÊNCIA

O **VetCar** apresenta fácil manutenção. É lavável. Possui garantia de 1(um) ano e assistência técnica permanente.

VALORES E FORMAS DE PAGAMENTO

Os valores do **VetCar** variam conforme o modelo indicado, espessura, textura do material utilizado e tipo das rodas (fatores diretamente relacionados ao peso e quadro clínico do animal). Prazo, local de entrega e forma de pagamento escolhido (em até 6 parcelas) serão computados após o recebimento da "Ficha de Avaliação", traçando para nossos técnicos o perfil do animal.

ATENÇÃO!

O ENVIO DA FICHA PARA AVALIAÇÃO NÃO IMPLICA NO COMPROMISSO DE COMPRA DO VetCar.

Somente após o parecer técnico e consequente aprovação do orçamento por parte do cliente, é que considera-se formalizada a relação de compra e venda. O envio do **VetCar** é feito via SEDEX ou transportadora para todo o território nacional.

Para pedidos internacionais estabelecer previamente contato telefônico.

PRAZOS DE ENTREGA

O **Prazo Convencional** de entrega do **VetCar** é de 15 dias úteis NO CORREIO, considerando-se o início do prazo o dia que segue ao recebimento do comprovante de pagamento ou sinal, via depósito bancário ou remessa de cheques. Sem isto não há como confirmar formalização do pedido. - Para os **Pedidos com Urgência**, o prazo de entrega é de 5 dias úteis no correio, a contar do dia seguinte da confirmação do depósito, havendo o acréscimo de 10% calculado sobre o "valor base" do aparelho.

DEVOLUÇÃO/DESISTÊNCIA:

Como o **VetCar** é fabricado com exclusividade definida para cada conformação e problema clínico do cliente, a devolução do mesmo somente será aceita dentro do prazo de 15 dias a contar da data da postagem, restituindo 55% do "valor base". Em caso de desistência, a solicitação deve ser feita por escrito.

PegLeve

Enquanto o animal estiver fora do seu **VetCar** aconselhamos o uso do **PegLeve**. Esse suporte é elaborado em estrutura de aço, revestida com espuma macia de polietileno injetado envolto com fita plástica resistente à umidade. Facilita o deslocamento do animal sem que o proprietário tenha que tocá-lo, evitando para si problemas posturais (coluna) ou de se sujar. Para a confecção do **PegLeve** é necessário o envio das medidas I, F, G (instruções no verso). Vide foto no folheto. Uso indicado para animais com mais de 15kg ou que não podem ser carregados no colo.

PARA VISUALIZAR FOTOS, VIDEOS E OUTRAS INFORMAÇÕES, VISITE NOSSO SITE: **www.vetcar.com.br**

VetCar *Amor e exercício sem sacrifício!*

CAIXA POSTAL 1040 - CEP 18600-971 - BOTUCATU - SP - BRASIL
Fone: (14) 3813-9991 / (14) 3813-1245 / FoneFax: (14) 3881-1658
Plantão Veterinário: (14) 9798-0123 / suporte secundário: (14) 3813-9991
vetcar@vetcar.com.br www.vetcar.com.br Nos EUA: www.k9carts.com

**HÁ 40 ANOS NO MERCADO DOS EUA E EUROPA
CUIDANDO CASO A CASO**

Veja Entrevista: www.vetcar.com.br/globo

**EVITE
CONSTRANGIMENTO:**

**NÃO DEIXE SEU CLIENTE FICAR SABENDO
TARDE DEMAIS, OU POR OUTROS MEIOS, DOS
BENEFÍCIOS DO VetCar.**

CONSULTE-NOS