

Uso da manufatura aditiva na produção de prótese mamária externa: abordagem inovadora para melhoria da qualidade de vida de mulheres mastectomizadas

Aluna: Blenda Del Vecchio Baron

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Elizete Kunkel

Coorientadora: MSc. Tainara S. Bina

São José dos Campos, 01 de julho de 2023

RESUMO

- I. Introdução
- II. Objetivo
- III. Revisão Bibliográfica
- IV. Materiais e Métodos
- V. Resultados e Discussão
- VI. Conclusão

I. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Câncer de mama

- ❑ Tipo de câncer mais incidente entre as mulheres

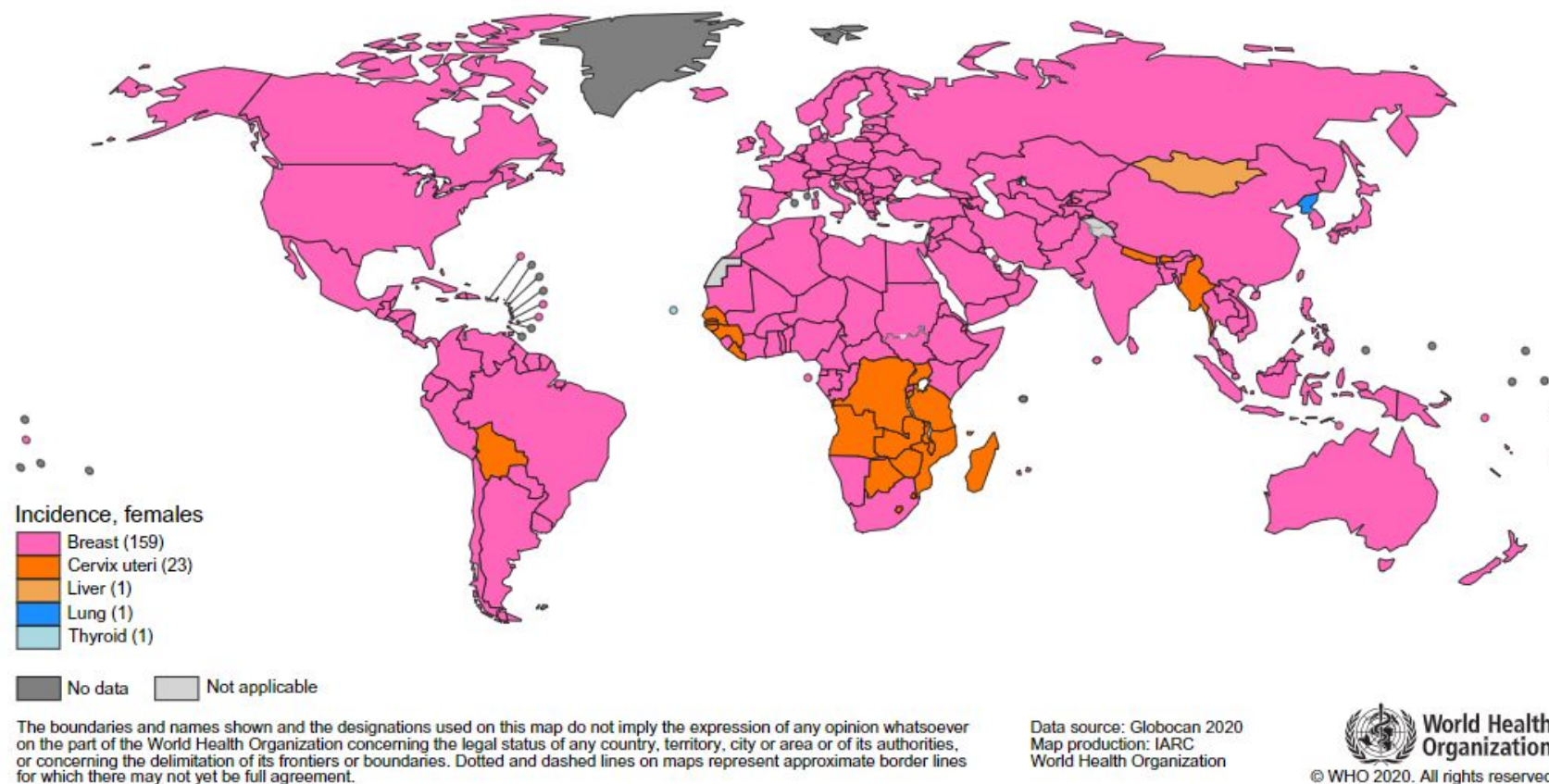


Figura 1. Incidência do tipo mais comum de câncer em 2020 em cada país. Fonte: (Sung et al., 2020).

INTRODUÇÃO

Câncer de mama

☐ Alta mortalidade

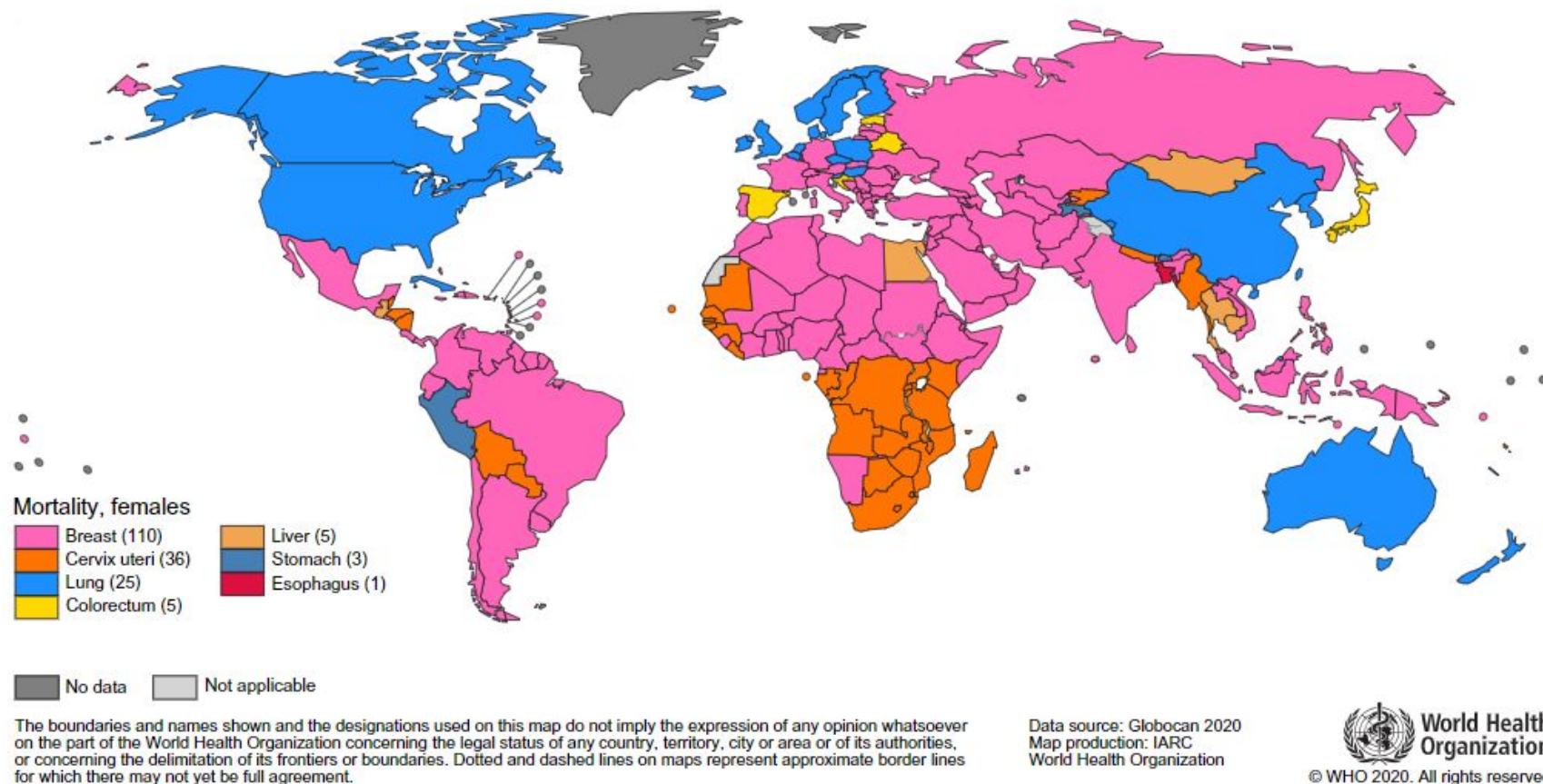


Figura 2. Tipo mais comum de mortalidade por câncer por país em 2020. Fonte: (Sung et al., 2020).

INTRODUÇÃO

Tipos de tratamento

- ❑ Quimioterapia, radioterapia e hormonioterapia
- ❑ Cirurgias: cirurgia conservadora e/ou mastectomia

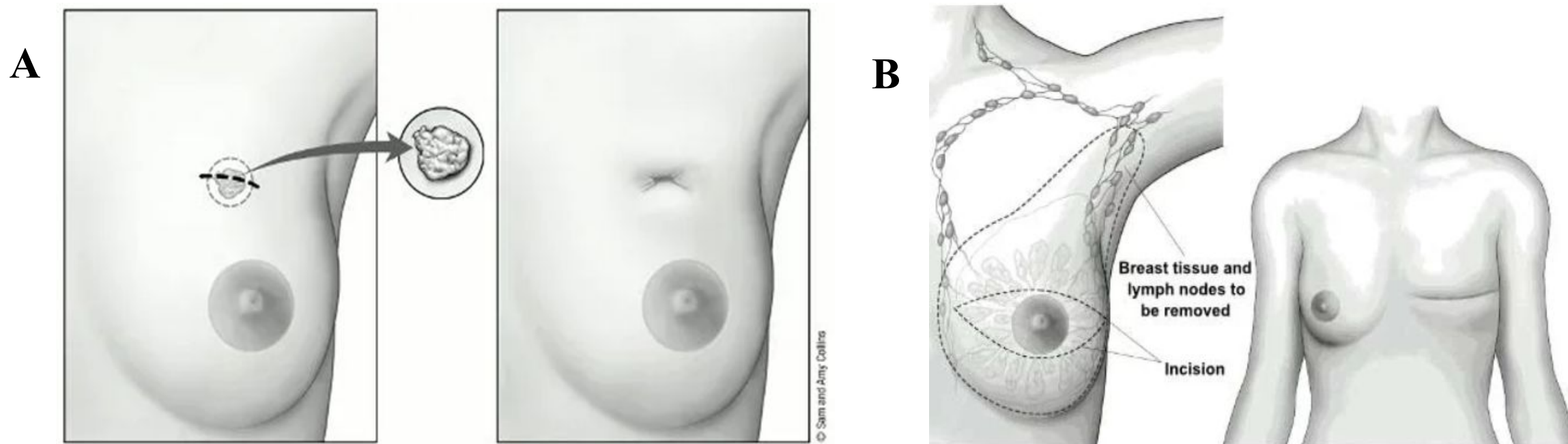


Figura 3. A) Cirurgia conservadora da mama. B) Mastectomia. Fonte: (Oncoguia, 2020).

INTRODUÇÃO

Opções Pós Mastectomia

- ❑ Reconstrução mamária
- ❑ Uso de próteses externas (valores que variam entre R\$ 70,00 e R\$ 420,00 e massa entre 160 e 1.200g)



Figura 4. Prótese mamária interna. Fonte: (GrupoVittá, 2023).

INTRODUÇÃO

Opções Pós Mastectomia

- ❑ Reconstrução mamária
- ❑ Uso de próteses externas
(valores que variam entre R\$ 70,00 e R\$ 420,00 e massa entre 160 e 1.200g)



Figura 5. Prótese mamária externa de silicone modelo gota. Fonte: (Amazon, 2020).

INTRODUÇÃO

Problema

- ❑ Relatos de sensação de calor e suor
- ❑ Peso elevado das próteses devido ao seu preenchimento sólido
- ❑ Alternativa: Possibilidade de produzir próteses com a quantidade de preenchimento desejado utilizando manufatura aditiva



Figura 5. Prótese mamária externa de silicone modelo gota. Fonte: (Amazon, 2020).

II. OBJETIVO

OBJETIVO

Usar ferramentas digitais, incluindo software de desenho assistido por computador e manufatura aditiva para produzir próteses mamárias externas mais leves do que as próteses tradicionais em silicone.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Próteses Mamárias Externas

- ❑ Próteses temporárias (pós-cirúrgicas) e próteses definitivas
- ❑ Satisfação no uso associada aos aspectos de:
 - ❑ Adaptação
 - ❑ Formato
 - ❑ Conforto e durabilidade
 - ❑ Leveza
 - ❑ Custo-benefício

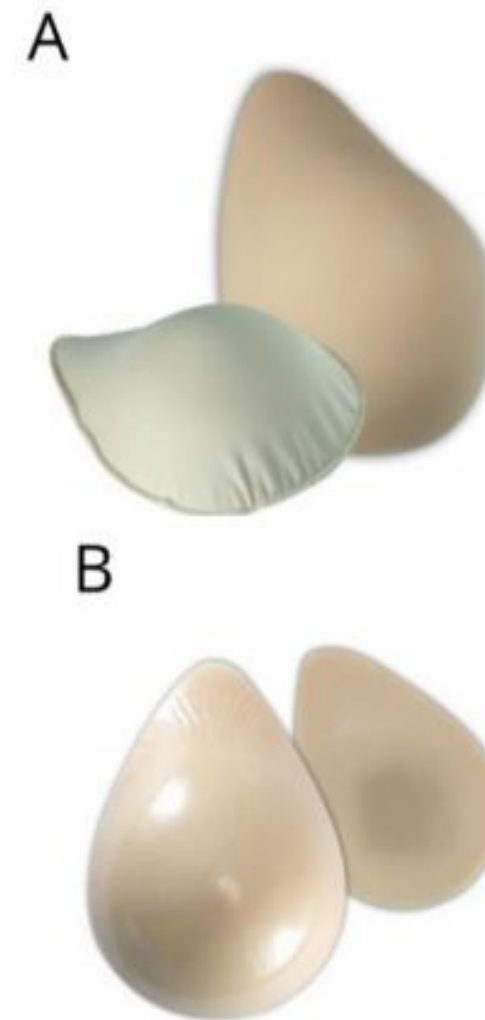


Figura 6. Próteses externas de mama em formato de gota encontradas no mercado. A) Prótese feita de espuma; B) Prótese de silicone. Fonte: (Paula, F. C. N. D., 2021).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pesquisas na Produção de Próteses Externas

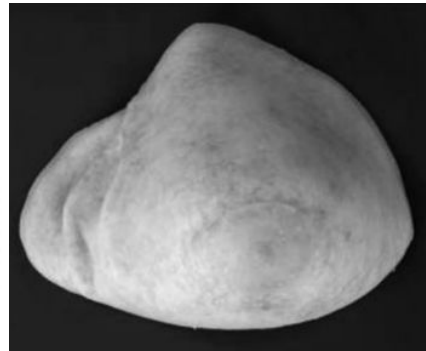
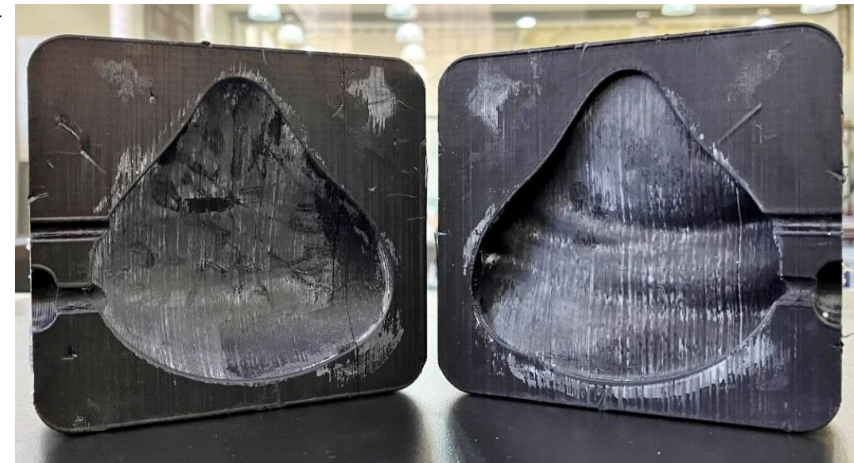
I**III****II****IV**

Figura 7. Resultado dos estudos de Eggbeer e Evans (2011), Maillou et. al (2020), Paula , F. C. N. D. (2021) e Fonte, R. S. D. (2022).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Manufatura Aditiva

❑ Principal Processo:

❑ Fabricação por Filamento Fundido (FFF)

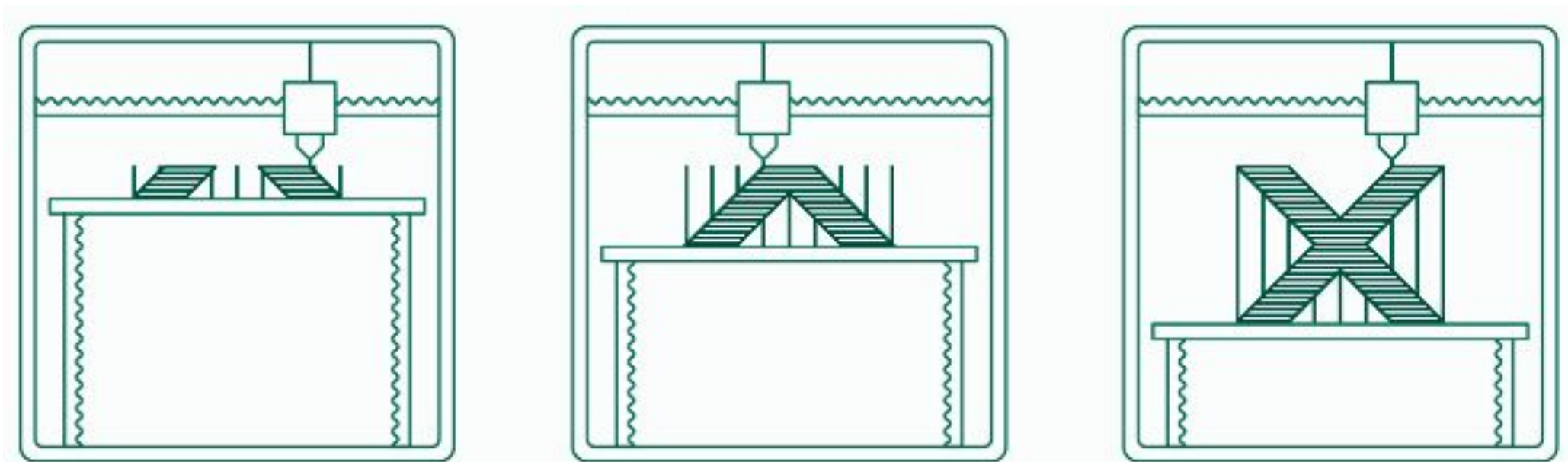


Figura 8. Prótese mamária externa de silicone modelo gota. Fonte: (<https://engiprinters.com.br/os-tipos-de-tecnologia-de-impressao-3d/>).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Material Flexível para Impressão 3D

Poliuretano termoplástico (TPU):

- ❑ Filamento elástico inodoro
- ❑ Depois de esticado retorna à sua forma original
- ❑ Diferentes porcentagens de alongamento (Shore)
 - ❑ 95 A (500% alongamento)



Figura 9. Material Flexível impresso em impressora 3D. Fonte: (3D Lab, 2021).

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS E MÉTODOS

Etapas da pesquisa

- ❑ 1ª etapa: Busca por Modelos Digitais de Seio Feminino
- ❑ 2ª etapa: Definição dos Parâmetros de Impressão
- ❑ 3ª etapa: Manufatura dos Protótipos

MATERIAIS E MÉTODOS

1ª etapa: Busca por Modelos Digitais de Seio Feminino

- ❑ Uso das plataformas online Thingiverse e Cults3D
- ❑ Modelagem 3D no software Meshmixer para ajustes

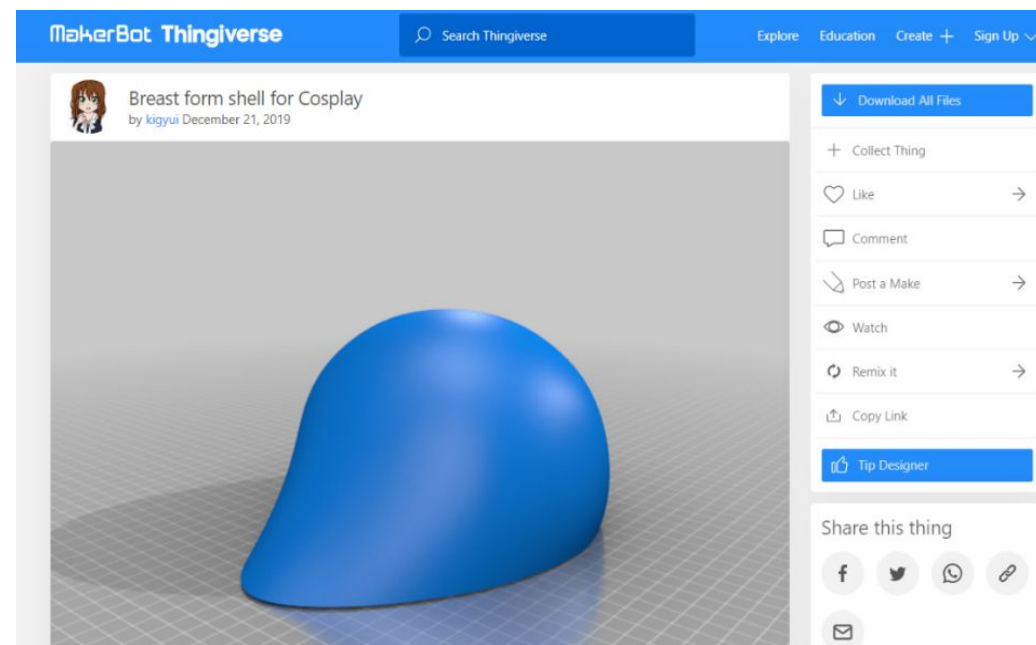
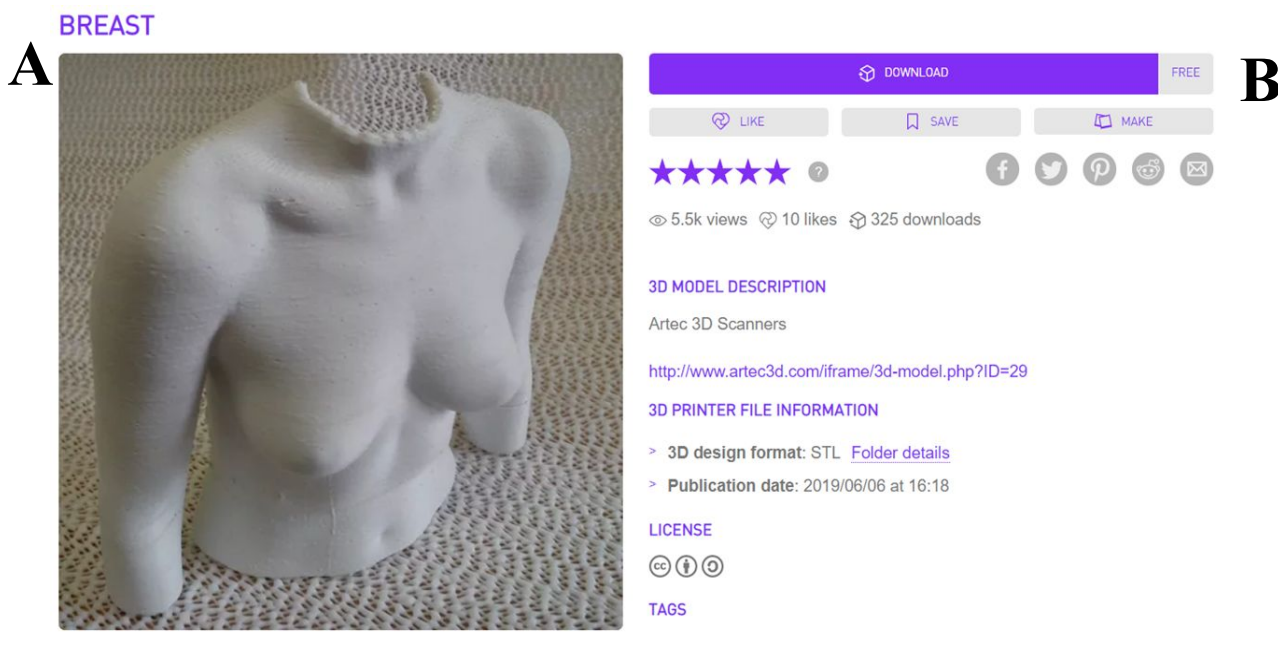


Figura 10. Modelos 3D de mama. A) Modelo “Breast” do site Cults3D e B) Modelo “Breast form shell for Cosplay” do site Thingiverse. Fonte: Autora.

MATERIAIS E MÉTODOS

2ª etapa: Definição dos Parâmetros de Impressão

- ❑ Software Ultimaker Cura para definições dos parâmetros
 - ❑ Quantidade de perímetros
 - ❑ Densidade de preenchimento
 - ❑ Padrões de preenchimento

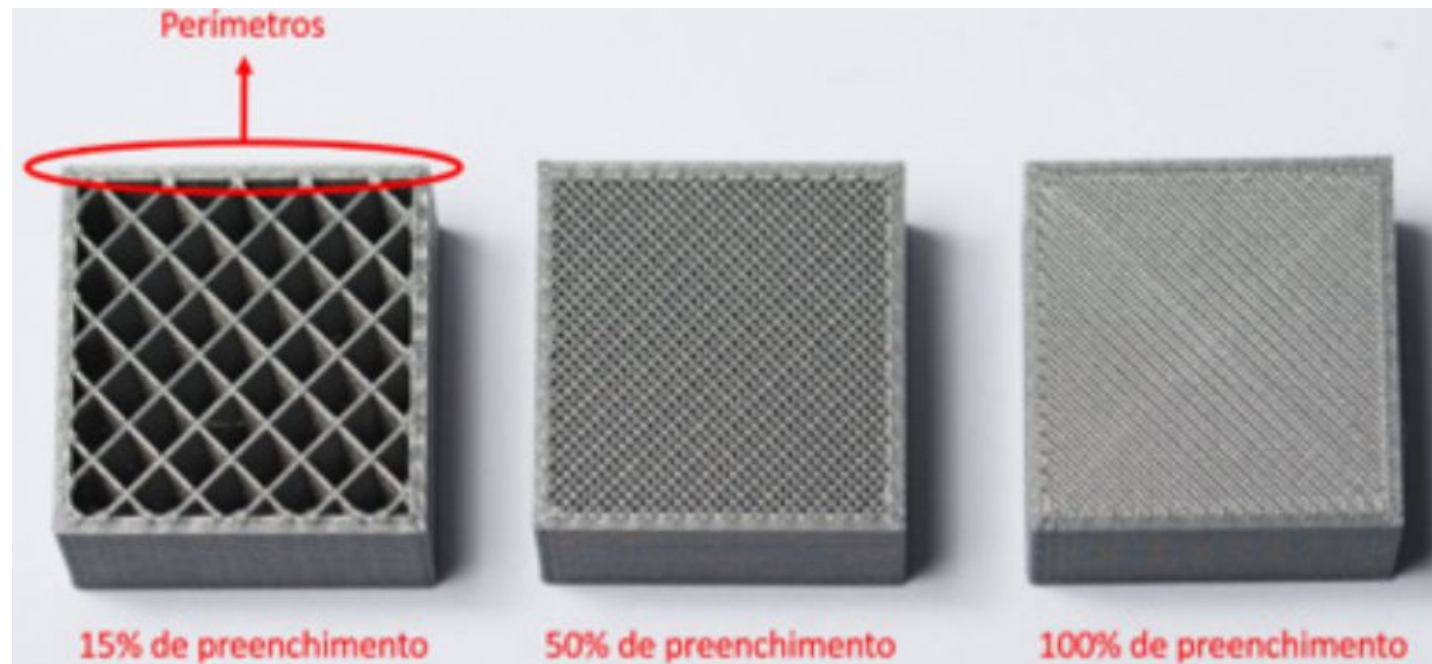


Figura 11. Diferença entre configurações. Fonte: (Cain, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

2ª etapa: Definição dos Parâmetros de Impressão

- ❑ Melhores padrões para material flexível: concêntrico, cruzado e cruzado 3D

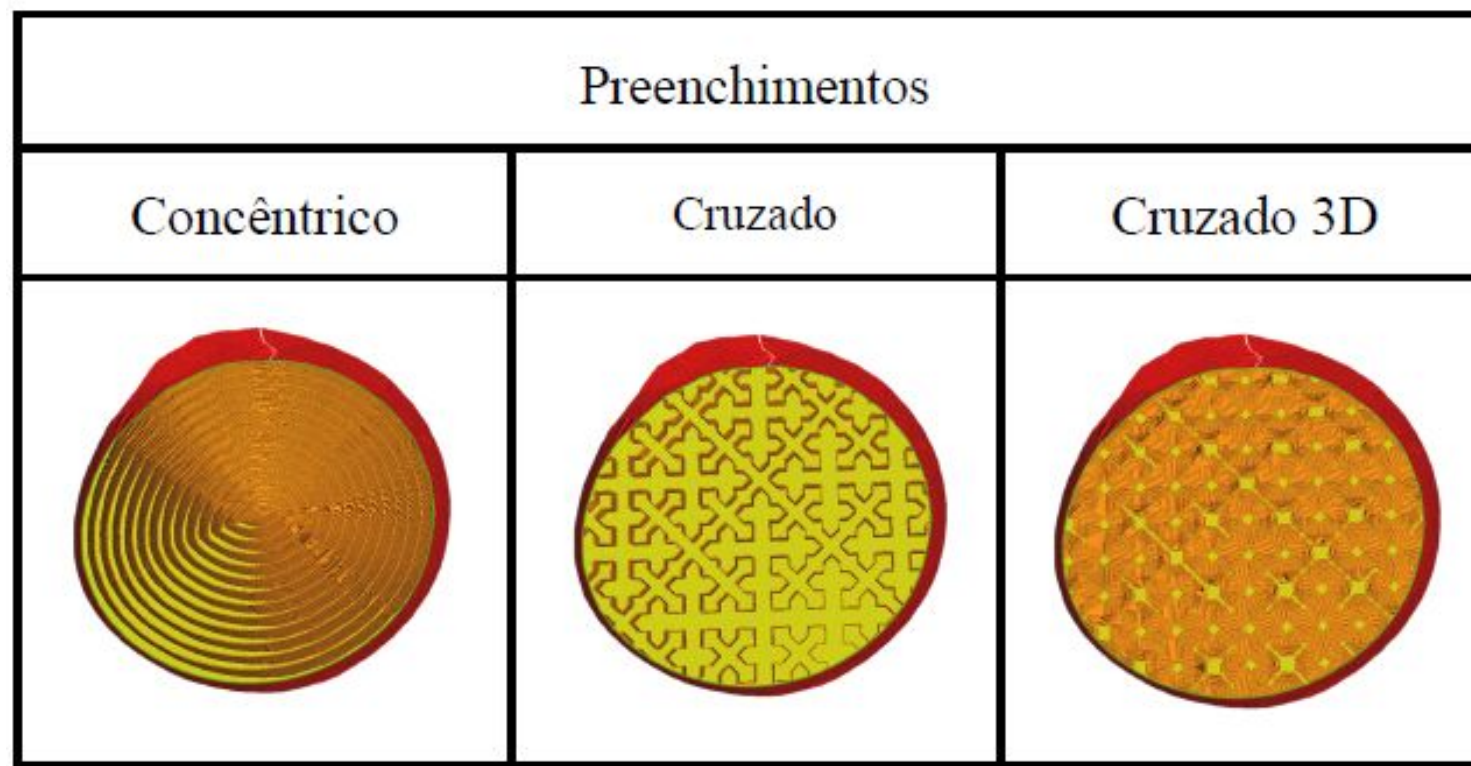


Figura 12. Padrões de preenchimento no software Ultimaker Cura. Fonte: Autora.

MATERIAIS E MÉTODOS

3ª etapa: Manufatura dos Protótipos

- ❑ Testes de deformação realizados a partir de aplicação de força manual na prótese

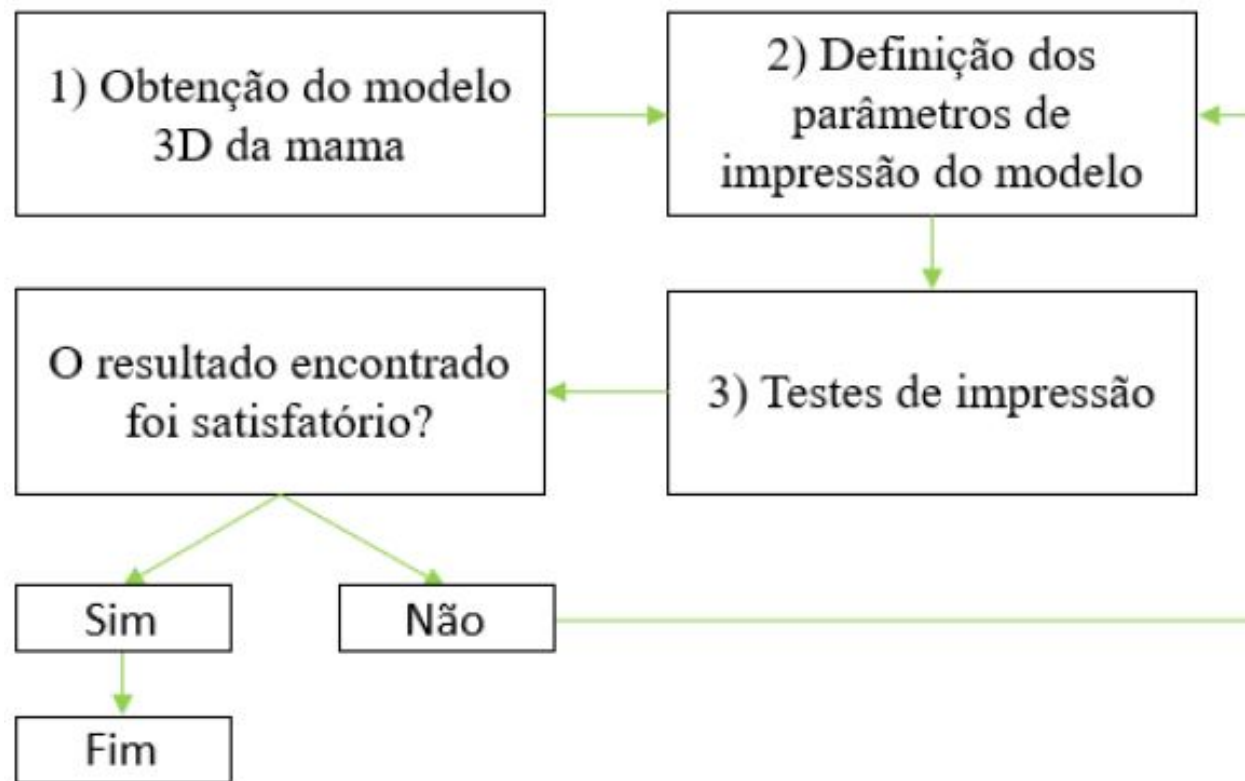


Figura 13. Fluxograma utilizado na metodologia para definição dos parâmetros de impressão. Fonte: Autora.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escolha dos parâmetros

- ❑ Padrões Concêntrico e Cruzado resultaram em próteses mais rígidas ao serem comprimidas
- ❑ Padrão Cruzado 3D apresentou boa deformação em todos os lados de aplicação de força
- ❑ Número de perímetros definido de acordo com a qualidade de impressão



Figura 14. Modelos de próteses externas de mama manufaturados com os padrões de preenchimento cruzado 3D, cruzado e concêntrico (da esquerda para a direita). Fonte: Autora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Escolha dos parâmetros

- ❑ Definição da densidade de preenchimento relacionada ao volume da mama

Densidade de preenchimento	Valor (%)
Numeração 40	9
Numeração 42	10
Numeração 44	11
Numeração 46	12
Numeração 48	13
Numeração 50	14
Numeração 52	15

Figura 13. Densidade de preenchimento da prótese definida para as numerações de sutiã de 40 a 52. Fonte: Autora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros definidos

- ❑ Dois perímetros
- ❑ Preenchimento Cruzado 3D
- ❑ Densidade de preenchimento de 9 a 15%
- ❑ Tempo de impressão dos protótipos: ~ 8 a 20h cada

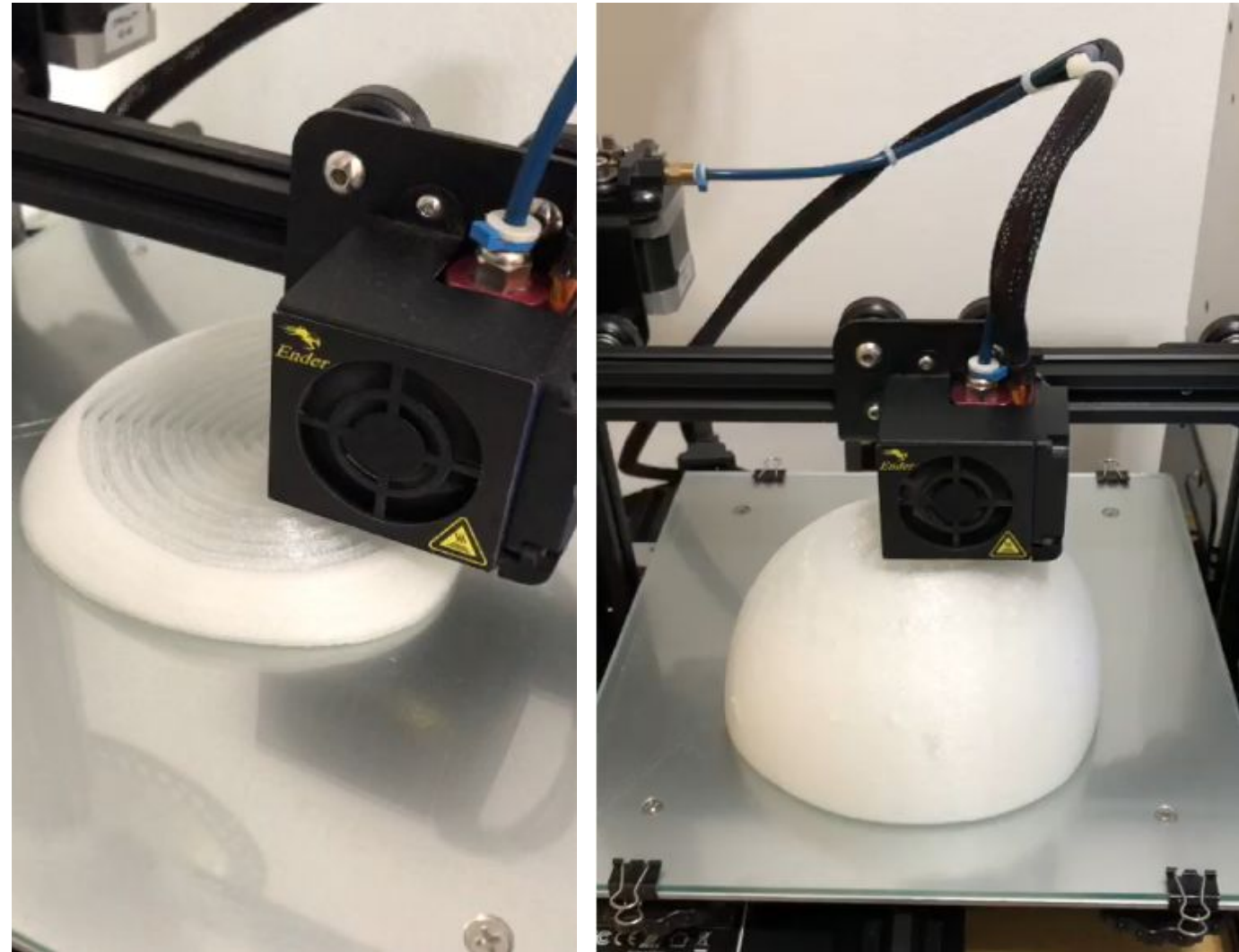


Figura 15. Protótipos sendo impressos. Fonte: Autora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa das Próteses

- ❑ Próteses comerciais de silicone podem chegar até 1.200 g para mamas de volume maior

- Protótipo de numeração 40 (41 g)



76%

- Protótipo de numeração 52 (150 g)



84%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação com Estudos sobre Produção de Próteses Mamárias Externas

- ❑ Eggbeer e Evans (2011), Paula, F. C. N. D. (2021) e Fonte, R. S. D. (2022) utilizaram impressão 3D para a produção de moldes personalizados
- ❑ Maillo et al. (2020) produziu próteses com material flexível
- ❑ Prótese impressa por Paula, F. C. N. D. (2021) não resultou em uma prótese flexível

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- ❑ Baixo peso das próteses
- ❑ Uso de tecnologias atuais na impressão de próteses personalizadas
 - ❑ Métodos de captura digitais
 - ❑ Impressão 3D
- ❑ Formato e encaixe ideal de acordo com a cicatrização de cada paciente

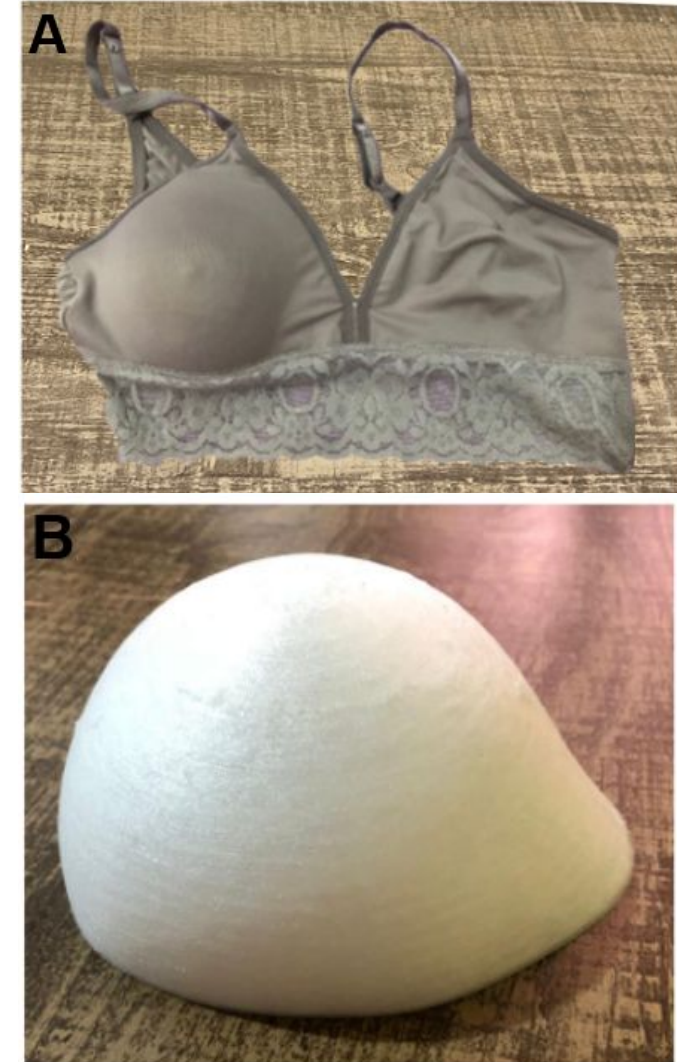


Figura 16. Protótipos da prótese mamária externa de numeração A) 40 (dentro do sutiã) e B) 52 (fora do sutiã). Fonte: Autora.

VI. CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

- ❑ Possibilidade de impressão de próteses com boa qualidade usando os parâmetros definidos
- ❑ Potencial para melhora da qualidade de vida de mulheres mastectomizadas, oferecendo opções mais leves e, conseqüentemente, confortáveis
- ❑ Estudos futuros, espera-se combinar o uso de metodologias digitais para a aquisição da mama de forma personalizada, como feito nas bibliografias consultadas
- ❑ Testes em voluntárias para validação

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade de Carleton, no Canadá, pelo financiamento e apoio à pesquisa. Ao projeto Mao3D da Universidade Federal de São Paulo. À toda a minha família amigos.

REFERÊNCIAS

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin*. 2021 May;71(3):209-249. doi: 10.3322/caac.21660. Epub 2021 Feb 4. PMID: 33538338.
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, 68(6), 394-424.
- de Sousa Nascimento, P., Costa, T. R., de Sousa Júnior, D. L., Ribeiro, J. K. C., de Carvalho, M. A. J., Mesquita, F. P., ... & de Aquino, P. E. A. (2022). Dificuldades enfrentadas por mulheres com câncer de mama: do diagnóstico ao tratamento. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, 10(2), 1336-1345.
- Fahad Ullah, M. (2019). Breast cancer: current perspectives on the disease status. *Breast Cancer Metastasis and Drug Resistance: Challenges and Progress*, 51-64.
- Majewski, J. M., Lopes, A. D. F., Davoglio, T., & Leite, J. C. D. C. (2012). Qualidade de vida em mulheres submetidas à mastectomia comparada com aquelas que se submeteram à cirurgia conservadora: uma revisão de literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17, 707-716.
- de Almeida, R. A. (2006). Impacto da mastectomia na vida da mulher. *Revista da Sociedade Brasileira de Psicologia Hospitalar*, 9(2), 99-113.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. 2022.
- ONCOGUIA. Lei da Reconstrução Mamária completa 8 anos e sofre com pandemia. Instituto Oncoguia. 2021. Disponível em: <<http://www.oncoguia.org.br/conteudo/lei-da-reconstrucao-mamaria-completa-8-anos-e-sofre-com-pandemia/14487/7/#:~:text=A%20Lei%20n%C2%BA%2012.802%2C%20de,paciente%20apresentar%20os%20requisitos%20necess%C3%A1rios.>>>. Acesso em: 03 mai. 2023.
- Paula, F. C. N. D. (2021). Produção de prótese personalizada externa de mama em silicone por planejamento virtual. Amazon. Prótese Mamária Externa de Silicone. 2023.
- Montejo Maillo, B., Blaya San, A., Armisen Bobo, P., Montero Moreno, M.ª E., Blaya Haro, F., & Juanes, J. A. (2020, October). Methodology of custom design and manufacturing of 3D external breast prostheses*. In Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 450-457).
- Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., & Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0. *Procedia manufacturing*, 11, 545-554.
- Kunkel, M. E., Cano, A. P. D., Ganga, T. A. F., Artioli, B. O., & Juvenal, E. A. O. (2020). Manufatura Aditiva do Tipo FDM na Engenharia Biomédica. *Fundamentos e Tendências em Inovação Tecnológica*, 1, 50-69.
- Salem Bala, A., bin Wahab, M. S., & binti Ahmad, M. (2016, May). Elements and materials improve the FDM products: A review. In *Advanced Engineering Forum* (Vol. 16, pp. 33-51). Trans Tech Publications Ltd.
- Gallagher, P., O'Carroll, S., Mathers, R., Kiernan, G., Geraghty, J., & Buckmaster, A. (2006). An investigation into the provision, fitting and supply of external breast prostheses: A national study.
- Roberts, S., Livingston, P., White, V., & Gibbs, A. (2003). External breast prosthesis use: Experiences and views of women with breast cancer, breast care nurses, and prosthesis fitters. *Cancer nursing*, 26(3), 179-186.
- RECREUS. Flexible Filaments - TPU / TPE. 2023.
- Fonte, R. S. D. (2022). A utilização da fabricação digital para personalização de próteses mamárias externas para mulheres pós-mastectomizadas.
- Eggbeer, D., & Evans, P. (2011). Computer-aided methods in bespoke breast prosthesis design and fabrication. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 225(1), 94-99.
- Hojan, K. (2020). Does the weight of an external breast prosthesis play an important role for women who undergone mastectomy?. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 25(4), 574-578.
- Cults•Download free 3D printer models•STL, OBJ, 3MF, CAD. Cults 3D. Disponível em: <<https://cults3d.com/en>>. Acesso em: 9 jul. 2022.
- Thingiverse - Digital Designs for Physical Objects. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/>>. Acesso em: 9 jul. 2022.
- VIAU, Kimberly. Preenchimento no Cura! Veja como configurar o infill neste software. 3D Lab. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/preenchimento-no-cura/>>. Acesso em: 28 mai. 2023.

Obrigada!