



Confecção de próteses mamárias externas personalizadas: aplicação de fotogrametria para obtenção de modelos 3D

Custom external breast prostheses fabrication: Application of photogrammetry to obtain 3D models

Fabricación de prótesis mamarias externas personalizadas: aplicación de la fotogrametría para la obtención de modelos 3D

Livia Maria de Tilio

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Programa de Pós-graduação em Design, Bauru, São Paulo, Brasil
livia.tilio@unesp.br | <https://orcid.org/0009-0001-0856-8149>

João Vitor Gazana

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Programa de Pós-graduação em Design, Bauru, São Paulo, Brasil
joao.gazana@unesp.br | <https://orcid.org/0000-0001-9697-3074>

Galdenoro Botura Junior

Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Instituto de Ciência e Tecnologia/Sorocaba/UNESP, Programa de Pós-graduação em Design, Bauru, São Paulo, Brasil
galdenoro.botura@unesp.br | <https://orcid.org/0000-0002-5680-6017>

Resumo

A utilização de próteses mamárias externas representa uma alternativa importante para minimizar os impactos físicos e psicológicos decorrentes da mastectomia, especialmente quando a reconstrução mamária não é realizada. Neste contexto, a busca por técnicas avançadas na confecção personalizada destas próteses torna-se essencial para promover conforto, autoestima e qualidade de vida às mulheres mastectomizadas. Este estudo explorou a aplicação da fotogrametria para a criação de modelos 3D destinados à fabricação destes dispositivos, utilizando um protocolo de captura de imagens e de processamento digital. Os resultados demonstraram que o modelo 3D apresentado foi preciso em termos de dimensões e detalhes estruturais, requisito fundamental para a personalização das próteses. A técnica apresentou-se como uma alternativa em comparação com métodos tradicionais, promovendo mais possibilidades na área da saúde. As limitações do estudo incluíram a dependência de condições ideais de captura de imagem e a complexidade do processamento digital. Este estudo contribuiu para a integração de novas tecnologias e o desenvolvimento de soluções mais acessíveis para a fabricação de próteses externas personalizadas.

Palavras-chave: Fotogrametria. Próteses mamárias. Modelos 3D. Personalização.

Abstract

The use of external breast prostheses represents an important alternative for minimizing the physical and psychological impacts resulting from mastectomy, especially when breast reconstruction is not performed. In this context, the pursuit of advanced techniques for the personalized fabrication of these prostheses becomes essential to promote comfort, self-esteem, and quality of life for women who have undergone mastectomy. This study explored the application of photogrammetry for the creation of 3D models intended for the fabrication of these devices, using a standardized protocol for image capture and digital processing. The results demonstrated that the presented 3D model was accurate in terms of dimensions and structural details, a fundamental requirement for prosthesis customization. The technique proved to be an alternative when compared to traditional methods, offering more possibilities in the healthcare field.

Artigo recebido em: 26/06/2024 | Aprovado em: 28/09/2024 | Publicado em: 05/09/2025

Como citar:

BOTURA JUNIOR, Gabriel; GAZANA, João Vitor; TILIO, Livia Maria. Confecção de próteses mamárias externas personalizadas: aplicação de fotogrametria para obtenção de modelos 3D. **Tríades em Revista**: Transversalidades, Design e Linguagens, Juiz de Fora: UFJF, v. 14, p. 1-14, e45034, 2025. e-ISSN 1984-0071. DOI: <https://doi.org/10.34019/1984-0071.2025.v14.45034>





The study's limitations included the dependence on ideal image capture conditions and the complexity of digital processing. This study contributed to the integration of new technologies and the development of more accessible solutions for the fabrication of personalized external prostheses.

Keywords: Photogrammetry. Breast prostheses. 3D models. Personalization.

Resumen

El uso de prótesis mamarias externas representa una alternativa importante para minimizar los impactos físicos y psicológicos derivados de la mastectomía, especialmente cuando no se realiza la reconstrucción mamaria. En este contexto, la búsqueda de técnicas avanzadas para la confección personalizada de estas prótesis se vuelve esencial para promover el confort, la autoestima y la calidad de vida de las mujeres mastectomizadas. Este estudio exploró la aplicación de la fotogrametría para la creación de modelos 3D destinados a la fabricación de estos dispositivos, utilizando un protocolo estandarizado de captura de imágenes y procesamiento digital. Los resultados demostraron que el modelo 3D presentado fue preciso en cuanto a dimensiones y detalles estructurales, requisito fundamental para la personalización de las prótesis. La técnica se presentó como una alternativa en comparación con los métodos tradicionales, ofreciendo más posibilidades en el ámbito de la salud. Las limitaciones del estudio incluyeron la dependencia de condiciones ideales de captura de imagen y la complejidad del procesamiento digital. Este estudio contribuyó a la integración de nuevas tecnologías y al desarrollo de soluciones más accesibles para la fabricación de prótesis externas personalizadas.

Palabras clave: Fotogrametría. Prótesis mamarias. Modelos 3D. Personalización.

1 Introdução

O uso da impressão 3D tem motivado diversos estudos, proporcionando o desenvolvimento de uma grande quantidade de dispositivos destinados à área da saúde.

A tecnologia de impressão 3D tem se consolidado na área médica por sua versatilidade na produção de dispositivos personalizados, como órteses e próteses adaptadas às necessidades dos pacientes (Baronio; Harran; Signoroni, 2016). Além disso, essa abordagem permite a criação ágil de protótipos anatômicos detalhados e, mais recentemente, vem sendo aplicada na bioimpressão de tecidos, ossos e órgãos para uso cirúrgico, promovendo avanços significativos tanto na prática clínica quanto no planejamento de procedimentos (Gerstle *et al.*, 2014).

O câncer de mama constitui-se na neoplasia de maior incidência entre as mulheres em todo o mundo, realidade também observada no contexto brasileiro. Em escala mundial, o câncer de mama corresponde a aproximadamente 28% dos diagnósticos de câncer entre mulheres, ocupando a segunda posição em incidência, atrás apenas do câncer de pele do tipo não melanoma. Além disso, figura entre as principais causas de morte por câncer na população feminina (Pfizer, 2022).

Apesar dos avanços no tratamento do câncer de mama, a mastectomia — parcial ou total — ainda é realizada pela maioria das pacientes, resultando frequentemente em cicatrizes, alterações no formato e na sensibilidade da mama. Essas mudanças físicas impactam negativamente a autoimagem e a autoestima das mulheres (Chaves *et al.*, 2021).

A manufatura aditiva e o escaneamento 3D têm se consolidado como tecnologias inovadoras no campo da saúde, permitindo maior precisão e personalização na confecção de dispositivos médicos. Essas ferramentas têm sido amplamente utilizadas na produção de próteses de membros e de face, por meio



do planejamento virtual, otimizando o tempo de fabricação e reduzindo o período de espera dos pacientes (Volpato, 2017).

Neste sentido, o presente trabalho explorou a aplicação da fotogrametria para a criação de modelos 3D destinados à fabricação de próteses mamárias externas, utilizando um protocolo de captura de imagens e de processamento digital.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Tecnologia Assistiva (TA)

O desenvolvimento de produtos voltados à saúde de pessoas com necessidades específicas tem se tornado cada vez mais diversificado, refletindo uma demanda crescente por soluções personalizadas (Alves, 2012). Estes produtos, integram o conceito de Tecnologia assistiva (TA), definido pela International Organization for Standardization (ISO) como um conjunto de dispositivos projetados para proporcionar maior funcionalidade a indivíduos com deficiência ou mobilidade reduzida, auxiliando-os na realização de atividades da vida diária (ISO, 1989).

Entre estes dispositivos, destacam-se as órteses e próteses, classificados como dispositivos mecânicos extracorpóreos voltados à promoção da independência, da funcionalidade e do desempenho biomecânico dos usuários. A órtese é caracterizada como um dispositivo externo, projetado para auxiliar ou corrigir alterações na função ou na estrutura dos sistemas esquelético e neuromuscular. A prótese é descrita como um artefato criado com a finalidade de substituir, no todo ou em parte, membros ou estruturas corporais ausentes ou comprometidas (ISO, 1989).

Diversos equipamentos podem ser desenvolvidos com o propósito de melhorar a qualidade de vida e a simplificação no desempenho de diversas funções através da TA. O auxílio a pessoas com limitações funcionais, incapacidade ou mobilidade reduzida, contribui para prevenir agravos, além de proporcionar e potencializar as capacidades individuais e favorecer uma vida autônoma e integrada à sociedade (Bersch, 2013).

A TA tem como finalidade ampliar a independência e inclusão social de pessoas com deficiência, por meio de soluções que favoreçam a funcionalidade do cotidiano (Conte; Ourique; Basegio, 2017). Trata-se assim de um auxílio que visa ampliar habilidades deficitárias ou possibilitar a realização de funções impedidas por deficiência ou envelhecimento (Manzini, 2008).

2.2 Próteses mamárias externas

O câncer de mama é o tipo de neoplasia mais frequente entre as mulheres no Brasil, excluídos os tumores de pele não melanoma. Para o período de 2023 a 2025, a estimativa é de 73.610 novos casos anuais (INCA, 2023).

A partir do diagnóstico do câncer de mama, as pacientes frequentemente se submetem a uma combinação de tratamentos, incluindo cirurgia, radioterapia, quimioterapia e hormonioterapia (Cardozo; Abud; Matheus, 2008).



A mastectomia permanece como uma das principais abordagens terapêuticas no tratamento do câncer de mama. No entanto, tanto a remoção da mama quanto os tratamentos complementares destinados à erradicação das células tumorais podem desencadear efeitos colaterais físicos e emocionais, com repercussões negativas na qualidade de vida das pacientes (Oliveira; Morais; Sarian, 2010).

A opção da paciente pela utilização de próteses externas buscando o conforto estético e a simetria das mamas tem impulsionado a individualização e personalização dos modelos apresentados. O mercado disponibiliza opções de próteses externas em tamanhos padronizados, no entanto, o design dessas próteses não proporciona a sensação real da mama, não atendendo às necessidades específicas de tamanho de cada paciente. De acordo com Gallagher *et al.* (2009), o modelo padronizado não reflete a individualidade das mulheres, enquanto Patel, Harcourt e Naqvi (2014) destacam que esse design pode afetar negativamente a percepção de satisfação e adequação das pacientes.

2.3 Manufatura aditiva

A manufatura aditiva consiste no processo de criação de objetos tridimensionais em qualquer formato por meio de métodos aditivos. A impressão 3D utiliza a deposição sucessiva de camadas de material, controladas por computador, para formar estruturas com geometrias complexas (Gokhare; Raut; Shinde, 2017).

A manufatura aditiva refere-se à produção de objetos físicos por meio de tecnologia computadorizada. Utilizando modelos tridimensionais desenvolvidos em softwares específicos, esse processo oferece maior liberdade de criação e design, especialmente no que diz respeito à variedade de formas e materiais disponíveis para quem os desenvolve (Gerstle *et al.*, 2014; Maia, 2016).

Essa tecnologia tem como base fundamental a utilização de modelos virtuais, os quais são elaborados por meio de softwares do tipo Computer Aided Design (CAD), ou projeto assistido por computador. Estes arquivos devem estar integrados a sistemas conhecidos como Computer Aided Manufacturing (CAM), ou manufatura assistida por computador, de modo a fornecer à impressora 3D às informações necessárias para produção do objeto desejado (Figueiredo; Cesar, 2022).

A incorporação de novas tecnologias em diferentes setores, como a indústria e o comércio voltado à saúde, tem impulsionado soluções mais eficientes e acessíveis. Nesse contexto, a prototipagem rápida surge como uma alternativa promissora, sobretudo diante de fatores como custo reduzido e agilidade nos processos produtivos (Selhorst, 2008). Entre essas inovações, destaca-se a impressão tridimensional, reconhecida por sua versatilidade e pela capacidade de fabricar objetos personalizados de forma rápida e precisa.

No contexto da saúde, a aplicação da impressão 3D tem viabilizado o desenvolvimento de dispositivos cada vez mais sofisticados e ajustáveis. Baronio, Harran e Signoroni (2016) evidenciam como essa tecnologia permite a criação de soluções personalizadas, contribuindo para maior conforto e eficiência no uso. Maia (2016), por sua vez, destaca que a utilização de modelos paramétricos possibilita a adaptação dimensional de próteses às características anatômicas individuais, ampliando o potencial de personalização e funcionalidade.



No desenvolvimento da pesquisa apresentada, a impressão 3D foi utilizada para a confecção de próteses produzidas em ácido polilático flexível (PLA), e termoplásticos de poliuretano (TPU).

2.4 Técnicas de Digitalização

O processo de digitalização representa uma etapa fundamental no processo de desenvolvimento de dispositivos personalizados, pois é por meio dela que se obtém os dados necessários para reconstrução geométrica do objeto de interesse (Mendonça, 2017). A obtenção de modelos CAD utilizando-se de modelos digitais cria a possibilidade de sua análise, modificação ou replicação sem interferir com o objeto original (Várady; Martin; Cox, 1997).

Cabe destacar que os modelos tridimensionais CAD podem ser criados de raiz ou serem obtidos através de digitalização. Em áreas como a medicina, esse processo pode utilizar imagens obtidas por radiografias, tomografias ou ressonâncias magnéticas — tecnologias baseadas em radiações ionizantes, capazes de revelar a estrutura interna do corpo humano de forma não invasiva (Mendonça, 2017).

Além disto, há técnicas de aquisição de imagens em três dimensões que dispensam o uso de radiação ionizante, como é o caso da fotogrametria e da digitalização 3D. Estas técnicas são ferramentas eficazes para capturar atributos geométricos, visuais e texturais de superfícies tridimensionais.

A fotogrametria baseia-se na obtenção de múltiplas imagens de um mesmo objeto, a partir de diferentes ângulos, permitindo a reconstrução tridimensional por meio da correlação entre essas fotografias (Luhmann; Robson; Kyle, 2013; Mendonça, 2007). Tal processo, viabilizado por algoritmos específicos, tem se beneficiado significativamente dos avanços computacionais e da crescente disponibilidade de softwares livres (Carrivick; Smith; Quincey, 2016). Além disso, a possibilidade de realizar capturas com dispositivos móveis, associada a protocolos simplificados e ferramentas de código aberto, contribui para tornar a técnica ainda mais acessível e atrativa (Moraes, 2020).

A digitalização por escaneamento 3D fundamenta-se em dispositivos que realizam medições de alta acurácia e precisão, utilizando luz estruturada, laser ou sensores de profundidade. Tais sistemas geram nuvens de pontos, as quais representam digitalmente a superfície do objeto escaneado (Tannús *et al.*, 2019). A análise da deformação da luz incidente sobre o objeto possibilita o cálculo de distâncias, resultando na geração de um modelo tridimensional, independentemente das dimensões ou complexidade do item em questão (Van Gestel *et al.*, 2009).

Embora ambos os métodos proporcionem resultados eficazes, existem distinções significativas no que tange aos custos e à infraestrutura requerida. O escaneamento a laser, por exemplo, demanda o uso de equipamentos especializados de alto custo, enquanto a fotogrametria pode ser implementada com recursos mais acessíveis, tornando-se uma alternativa mais viável sob determinadas condições.

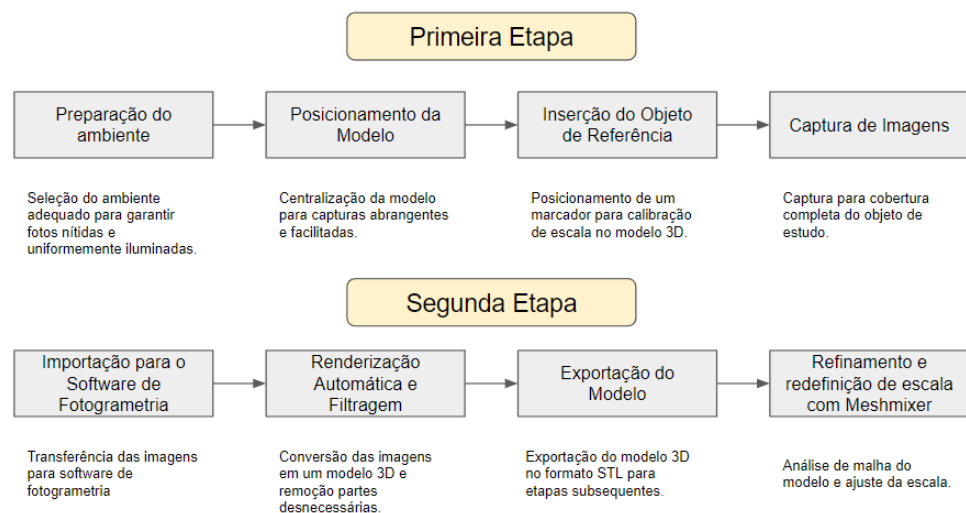


Essas abordagens de captura 3D vêm ganhando espaço em diversas áreas, com destaque para a área médica, onde são aplicadas na confecção de próteses personalizadas e dispositivos assistivos.

3 Metodologia

Para ilustrar o processo de obtenção de um modelo 3D para a confecção de próteses mamárias externas utilizando fotogrametria, apresenta-se, a seguir, o fluxograma detalhado do processo (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma do processo utilizado para obtenção de um modelo 3D



Fonte: dos autores, 2024.

3.1 Preparação e captura de imagens

O processo de fotogrametria foi selecionado para a obtenção do modelo 3D, devido à sua precisão e eficiência em capturar detalhes complexos do objeto de estudo.

Para a captura das imagens, definiu-se um ambiente com claridade solar indireta, visando aprimorar a nitidez e reduzir reflexos indesejados nas fotos. A modelo foi posicionada sentada em uma cadeira, em um ângulo de 90 graus, centralizada no ambiente, assegurando espaço adequado para a movimentação e captura de imagens em diversos ângulos.

Para estabelecer uma referência de escala precisa no modelo 3D, um objeto com dimensões conhecidas foi colocado na região da incisura jugular da modelo. Este procedimento é necessário para a calibração dimensional subsequente no software de edição de malha, garantindo a precisão das medidas no modelo 3D gerado.

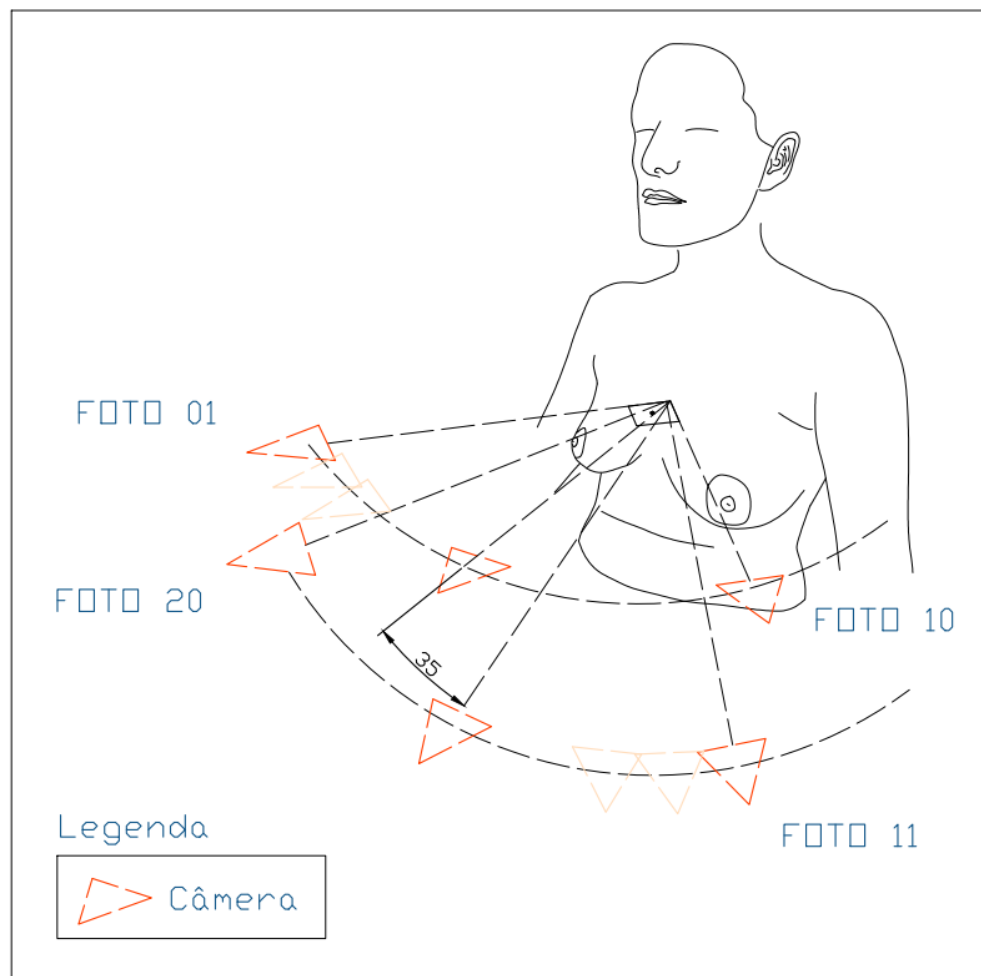
3.2 Protocolo de captura de imagens

O processo de obtenção de imagens foi adaptado do protocolo de fotogrametria de face de Moraes, Dornelles e Da Rosa (2020).



Desta forma, realizou-se a captura a em dois níveis distintos, variando a altura e o ângulo, mantendo uma distância de 30 centímetros em relação à modelo. Em cada nível, capturaram-se 10 imagens, cobrindo completamente o objeto de estudo. O equipamento utilizado para realização das imagens foi um smartphone da marca Samsung, modelo Galaxy S9 com 12 megapixels de resolução de câmera. A figura 2 demonstra o posicionamento de captura executado.

Figura 2: Posicionamento de captura de imagens para fotogrametria



Fonte: dos autores, 2024.

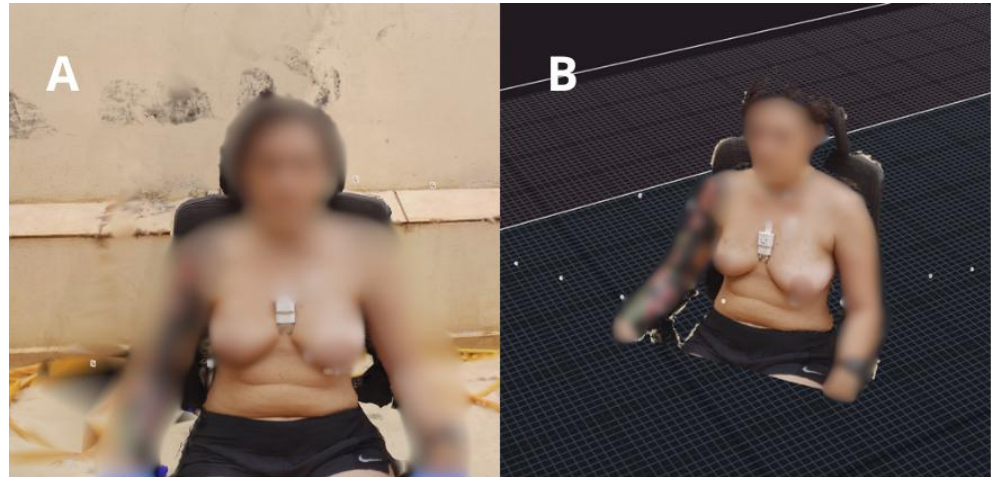
3.3 Processamento e renderização das imagens

As fotografias obtidas foram processadas no software RealityCapture, responsável por gerar automaticamente um modelo tridimensional. Nesse processo, as imagens em 2D são convertidas em uma estrutura 3D composta por malhas, permitindo a reprodução fiel da geometria do objeto escaneado. Após a renderização, aplicou-se um filtro para remover malhas excessivas que não contribuíram para a representação do objeto, otimizando a qualidade do modelo final. O resultado foi exportado no formato STL, compatível com diversos aplicativos de modelagem e impressão 3D. Segue a Figura 3 demonstrando o processamento da imagem.



Figura 3: Renderização no software RealityCapture.

Em “A”, renderização finalizada; em “B”, excesso de malha removido

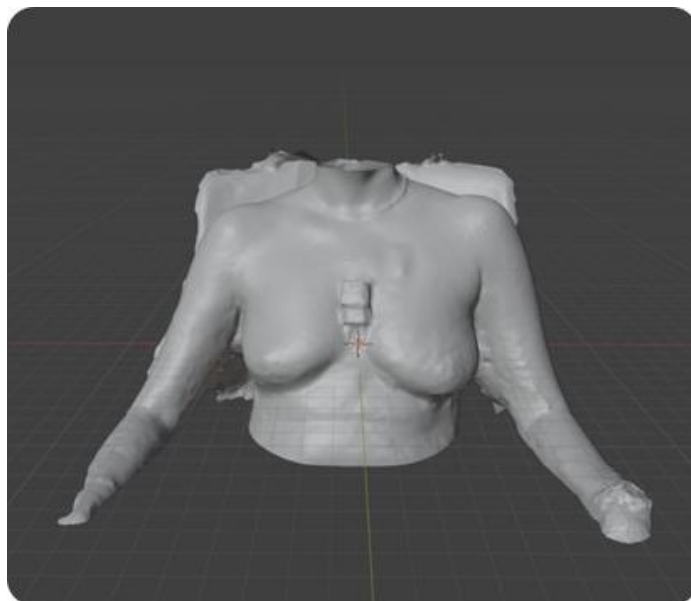


Fonte: dos autores, 2024.

3.4 Refinamento do modelo 3D

O refinamento é uma etapa fundamental na modelagem 3D, necessária para corrigir falhas estruturais e visuais geradas durante a renderização. Neste estudo, o software Blender foi utilizado para este fim, assegurando a integridade do modelo e permitindo sua utilização em aplicações como a personalização de próteses mamárias externas. A escala foi conferida e redefinida com base no objeto de referência dimensional previamente posicionado (Figura 4).

Figura 4: Refinamento do modelo 3D utilizando o software Blender



Fonte: dos autores, 2024.



4 Resultados

Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstraram a eficácia da fotogrametria na geração de modelos 3D precisos para a confecção de próteses mamárias personalizadas. O modelo 3D gerado manteve integralmente a fidelidade aos detalhes do objeto de estudo, incluindo as estruturas anatômicas relevantes, essencial para a aplicação em próteses personalizadas que demandam precisão dimensional e estética.

Os resultados corroboraram os achados de Baronio, Harran e Signoroni (2016) e Gerstle *et al.* (2014), que enfatizam a aplicabilidade da impressão 3D no campo médico, especialmente para a personalização de próteses, onde a precisão dimensional é crucial. Além disso, a pesquisa alinhou-se com os estudos de Munhoz *et al.* (2016) e Volpato (2017) sobre o impacto positivo das novas tecnologias no planejamento e produção de próteses, reduzindo significativamente o tempo de espera e aumentando a precisão dos dispositivos desenvolvidos.

Comparando com a literatura atual, o uso da fotogrametria, como relatado por Carrivick, Smith e Quincey (2016) e Luhmann, Robson e Kyle (2013) proporcionou uma alternativa menos onerosa em relação aos métodos tradicionais de digitalização 3D, como o escaneamento a laser. A combinação entre a capacidade de replicar detalhes anatômicos com precisão e a menor exigência de equipamentos especializados, confirmou a fotogrametria como uma técnica promissora para a manufatura aditiva em aplicações médicas, conforme sugerido por Figueiredo e Cesar (2022).

5 Conclusão

O desenvolvimento desta pesquisa foi motivado pela necessidade de avançar nas técnicas de confecção de próteses mamárias personalizadas, visando melhorar a qualidade de vida de mulheres mastectomizadas. Esta necessidade surgiu em resposta às limitações das técnicas convencionais que, muitas vezes, não oferecem a personalização necessária para atender às expectativas estéticas e funcionais destas mulheres.

O objetivo principal foi explorar o uso da fotogrametria para a criação de modelos 3D que pudessem ser utilizados na fabricação de próteses mamárias personalizadas. Para isto, foram adotados procedimentos de captura de imagens, processamento digital e análise dimensional, garantindo a precisão necessária para aplicações médicas.

Os resultados obtidos confirmaram a viabilidade do método, evidenciando que o modelo 3D alcançou fidelidade estrutural e dimensional. Ressalta-se que o controle dimensional é um aspecto fundamental para a produção de próteses com uma boa adaptação e potencial para proporcionar uma sensação de uso natural, fatores que influenciam diretamente na autoimagem e na autoestima das pacientes.

As contribuições deste trabalho para o campo da medicina reconstrutiva são relevantes, oferecendo uma alternativa viável e menos custosa para a personalização de próteses mamárias. Isto representa um avanço em relação aos



métodos tradicionais, alinhando-se com as tendências de digitalização e personalização que definem a medicina moderna.

Contudo, há limitações que devem ser reconhecidas. A fotogrametria, embora eficaz, depende da qualidade das imagens capturadas e das condições ambientais durante a captura. Além disso, a complexidade dos softwares utilizados e a necessidade de conhecimento técnico específico podem limitar sua aplicabilidade em locais com recursos limitados.

Para pesquisas futuras, existem diversas possibilidades para a aplicação desta tecnologia. Estudos adicionais podem investigar o uso combinado de fotogrametria com outras tecnologias de digitalização com o intuito de aumentar a precisão e a eficácia. Além disto, o desenvolvimento de softwares mais intuitivos e acessíveis poderia democratizar o uso da fotogrametria na medicina personalizada, tornando-a disponível em uma gama mais ampla de contextos clínicos e geográficos.

Este estudo, portanto, confirmou a viabilidade do uso da fotogrametria na criação de modelos 3D voltados à personalização de próteses mamárias externas. Os resultados obtidos contribuem para o avanço de soluções não invasivas no campo da medicina, além de apontarem caminhos para inovações em produtos personalizados voltados ao bem-estar de mulheres mastectomizadas.

Referências

- ALVES, Diana Cunha Costa. **Aspectos ergonômicos relevantes para a concepção de tecnologia assistiva: órteses de membros inferiores**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Humana) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2012. Disponível em: https://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/23137/1/Disserta%20a7%20c3%a3o%20Diana%20Cunha%20Costa%20Alves_2012.pdf. Acesso em: 23 maio 2024.
- BARONIO, Gabriele.; HARRAN, Sami; SIGNORONI, Alberto. A critical analysis of a hand orthosis reverse engineering and 3D printing process. **Applied Bionics and Biomechanics**, v. 2016, p. 1-7, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/306022965_A_Critical_Analysis_of_a_Hand_Orthosis_Reverse_Engineering_and_3D_Printing_Process. Acesso em: 25 maio 2024.
- BERSCH, Rita de Cássia Reckziegel. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre: Assistiva – Tecnologia e Educação, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3472541/mod_resource/content/1/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 23 maio 2024.
- CARDOZO, Christiane Tavares; ABUD, Mariane de Castro Cury; MATHEUS, João Paulo Chierigato. Atuação fisioterapêutica na reabilitação de pacientes mastectomizadas. **Prática Hospitalar**, v. 10, n. 60, p. 139-144, 2008.
- CARRIVICK, Jonathan L.; SMITH, Mark W.; QUINCEY, Duncan J. **Structure from Motion in the Geosciences**. John Wiley & Sons, 2016.
- CHAVES, Lais Carneiro da Cunha; ROCHA, John Victor; SILVA, Laura Alberto da; AMARAL, Eduarda Araújo. Os impactos da mastectomia na autoestima das mulheres com câncer de mama / The impacts of mastectomy on the self-esteem of women with breast cancer. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 5639–5644, 2021. Disponível em:



<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/26406>. Acesso em: 25 jun. 2024.

CHUA, Chee Kai; LEONG, Kah Fai. **3D Printing and additive manufacturing: Principles and applications (with companion media pack) - of rapid prototyping**. World Scientific Publishing Company, 2014.

CONTE, Elaine; OURIQUE, Mariane Liana Hatschbach; BASEGIO, Antonio Carlos. Tecnologia assistiva, direitos humanos e educação inclusiva: uma nova sensibilidade. **EDUR Educação em Revista**, v. 33, n. 0, p. 1–24, set. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/xY3m8QFyHQwXzfXykFHYFHz/?lang=pt>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FIGUEIREDO, Beatriz Beca.; CESAR, Francisco Ignácio Giocondo Cesar. Um estudo da utilização da impressora 3D na engenharia e na medicina. **Recisatec – Revista Científica Saúde e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 1–16, 23 jan. 2022. Disponível em: <https://recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/70>. Acesso em: 25 jun. 2024.

GALLAGHER, Pamela; BUCKMASTER, Adam; O'CARROL, Sean; KIERNAN, Gemma; GERAGHTY, Joseph R. External breast prostheses in post-mastectomy care: women's qualitative accounts. **European Journal of Cancer Care**, v. 19, n. 1, p. 61-71, jan. 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2354.2008.00942.x>. Acesso em: 25 jun. 2024.

GERSTLE, Theodore L.M.D.; IBRAHIM, Ahmed M. S., KIM, Peter S., LEE, Bernard T.; LIN, Samuel J. A Plastic Surgery Application in Evolution: three-dimensional printing. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 133, n. 2, p. 446-451, fev. 2014. Disponível em: https://journals.lww.com/plasreconsurg/abstract/2014/02000/a_plastic_surgery_application_in_evolution_43.aspx. Acesso em 25 jun. 2024.

GOKHARE, Vinod G.; RAUT, Dadarao.; SHINDE, Dattaji. A Review paper on 3D-Printing Aspects and Various Processes Used in the 3D-Printing. **International Journal of Engineering and Technical Research**, v. 6, p. 953-958, 6 jun. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350374850_A_Review_paper_on_3D-Printing_Aspects_and_Various_Processes_Used_in_the_3D-Printing. Acesso em 24 jun. 2024.

HERRÁEZ, Jose; MARTÍNEZ, José Carlos; COLL, Eloina; MARIA, Teresa; RODRÍGUEZ, Jaime López. 3D Modeling by means of videogrammetry and laser scanners for reverse engineering. **Measurement**, v. 87, p. 216–227, jun. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297662040_3D_modeling_by_means_of_Videogrammetry_and_Laser_Scanners_for_reverse_engineering. Acesso em: 23 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA. **Dados e números sobre o câncer de mama: relatório anual 2023**. Disponível em: https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//relatorio_dados-e-numeros-ca-mama-2023.pdf. Acesso em: 31 de mar. de 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 8549-1:1989**. Prosthetics and orthotics — Vocabulary — Part 1: General terms for external limb prostheses and external orthoses. 1989. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8549:-1:ed-1:v1:en>. Acesso em: 30 mar. 2024.

LUHMANN, Thomas.; ROBSON, Stuart.; KYLE, Stephen.; BOEHM, Jan. **Close – Range Photogrammetry and 3D Imaging**. 2. ed. Berlim: De Gruyter, 2023.

MAIA, Bruno Alves. **Parametrização dimensional, por modelo de regressão, de próteses de mão para crianças, confeccionadas por manufatura aditiva**. 2016. Dissertação (Mestrado em Modelagem e Otimização) - Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia,



Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufcat.edu.br/items/bf18a754-8d84-4acf-983e-1c651f6d0852>. Acesso em 23 jun. 2024.

MENDONÇA, Vasco Miguel Nogueira Simões de Varennes e. **Reconstrução 3D biomédica: fotogrametria versus varrimento por laser**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/8357>. Acesso em: 02 mar. 2024.

MORAES, Cicero; DORNELLES, Rodrigo; DA ROSA, Everton. **Protocolo de fotogrametria da face**. Volume 1. Cicero André da Costa Moraes, 2020. p. 197-209. Disponível em: http://www.ciceromoraes.com.br/doc/pt_br/OrtogOnBlender/Fotogrametria_Face.html. Acesso em: 05 abr. 2024. doi: 10.6084/m9.figshare.12923801.v1.

MUNHOZ, Rodrigo; MORAES, Cícero André da Costa; TANAKA, Harki; KUNKEL, Maria Elizete. A digital approach for design and fabrication by rapid prototyping of orthosis for developmental dysplasia of the hip. **Research on Biomedical Engineering**, v. 32, n. 1, p. 63-73, 18 mar. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reng/a/JfDqTS3TgxN3HbtDgvd4VWJ/?lang=en#>. Acesso em: 23 jun. 2024.

OLIVEIRA, Riza Rute de; MORAIS, Sirlei Siani; SARIAN, Luís Otavio. Efeitos da reconstrução mamária imediata sobre a qualidade de vida de mulheres mastectomizadas. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 32, n. 12, p. 602-608, dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbgo/a/fZc7LPyWRgF6bxgfsRTnqtq/#>. Acesso em: 23 jun. 2024.

O CÂNCER de mama em números no brasil e no mundo. **Pfizer**, 2022. Disponível em: <https://www.pfizer.com.br/noticias/ultimas-noticias/cancer-de-mama-em-numeros>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

PATEL, Geeta Kerai; HARCOURT, Diana; NAQVI, Habib. Black and South Asian women's experiences of breast cancer: a qualitative study. **Diversity and Equality in Health and Care Journal**, v. 11, n. 4, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263393654_Black_and_South_Asian_women's_experiences_of_breast_cancer_A_qualitative_study. Acesso em: 25 jun. 2024.

SELHOST, Aguilar JR. **Análise comparativa entre os processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos**: um estudo de caso para determinação de processo mais indicado. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, 2008. Disponível em: <https://archivum.grupomarista.org.br/pergamumweb/vinculos/tede/aguilarjunior.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

TANNÚS, Júlia; FAVARETO, Isabela; LAMOUNIER JÚNIOR, Edgard Afonso; CARDOSO, Alexandre. Comparação entre Técnicas de Fotogrametria e Escaneamento de Luz Estruturada para Reconstrução de Objetos em 3D. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - SIMPÓSIO DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA (SVR), 21. , 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019 . p. 21-22. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Compara%C3%A7%C3%A3o-entre-T%C3%A9cnicas-de-Fotogrametria-e-de-Luz-Tann%C3%BAFavareto/2d5b36da79a59b69dd6df7e3898fc466e1fd842f>. Acesso em: 23 jun. 2024.

VÁRADY, Tamás; MARTIN, Ralph R.; COX, Jordan. Reverse engineering of geometric models - an introduction. **Computer-Aided Design**, v. 29, n. 4, p. 255-268, 1 abr. 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010448596000541?via%3Dihub>. Acesso em: 24 jun. 2024.



VAN GESTEL, Nick; CUYERS, Steven; BLEYS, Philip; KRUTH, Jean-Pierre. A performance evaluation test for laser line scanners on CMMs. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 47, n. 3–4, p. 336–342, 2009, mar. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228705821_A_performance_evaluation_test_for_laser_line_scanners_on_CMMs. Acesso em: 23 jun. 2024.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva**: tecnologias e aplicações na impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2017.

Informações complementares

Financiamento

Este trabalho recebeu o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo nº 307215/2022-9) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), com o Código de Financiamento 001.

Contribuição de autoria

Concepção e elaboração do manuscrito: Livia Maria de Tilio; João Vitor Gazana.

Coleta de dados: Livia Maria de Tilio; João Vitor Gazana.

Análise de dados: João Vitor Gazana.

Discussão dos resultados: Livia Maria de Tilio; João Vitor Gazana; Galdenoro Botura Junior.

Revisão e aprovação: Livia Maria de Tilio; João Vitor Gazana; Galdenoro Botura Junior.

Preprint, originalidade e ineditismo

O artigo é original, inédito e não foi depositado como *preprint*.

Verificação de similaridades

O artigo foi submetido ao iThenticate, em 04 de setembro de 2025, e obteve um índice de similaridade compatível com a política antiplágio da Tríades em Revista.

Consentimento de uso de imagem

Não se aplica.

Aprovação de Comitê de Ética em Pesquisa

Aprovado em Comitê de Ética em Pesquisa. CAAE: 82525724.4.0000.5434. Submetido em: 16/08/2024. Aprovado em: 10/09/2024

Conflito de interesse

Não há conflitos de interesse.

Conjunto de dados de pesquisa

Não há dados disponibilizados.

Utilização de ferramentas de inteligência artificial (IA)

Este artigo não contou com auxílio de ferramentas de inteligência artificial (IA) para redação de nenhuma das seções.

Licença de uso

Os autores cedem à Tríades em Revista: Transversalidades, Design e Linguagens os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution \(CC BY\) 4.0 International](#). Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores têm autorização para



assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

Publisher

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU). Publicação no Portal de Periódicos da UFJF. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Editores

Frederico Braidá; Vera Lúcia Nojima.

Formato de avaliação por pares

Revisão duplamente cega (*Double blind peer review*).

Sobre os autores**Livia Maria de Tilio**

Graduada em Ciências Econômicas pela UNESP – Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara e Gestão da Produção Industrial pela FATEC – Faculdade de Tecnologia de Jahu. Mestranda em Design pela UNESP - Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design de Bauru. Bolsista PROEX – CAPES.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2863803219213934>

João Vitor Gazana

Graduado em Gestão da Produção Industrial pela FATEC – Faculdade de Tecnologia de Jahu. Mestrando em Design pela UNESP - Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design de Bauru.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3318759523805742>

Galdenoro Botura Junior

Graduado em Engenharia Elétrica no INATEL. Especialista em Gestão e Liderança Universitária (CRUB-IGLU/OUI-CANADA). Mestre em Engenharia Elétrica (UNICAMP). Doutor Engenharia Elétrica (UNICAMP). Livre-docente em Projeto de Circuitos Integrados (UNESP). Professor Titular do Departamento de Controle e Automação do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2863978276801537>