

GEÍSA AIGER DE OLIVEIRA  
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ  
JAIRE EDERSON PASSOS

ORGANIZADORES



# Des ign pes em qui sa.

● vol 5

GEÍSA AIGER DE OLIVEIRA  
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ  
JAIRE EDERSON PASSOS

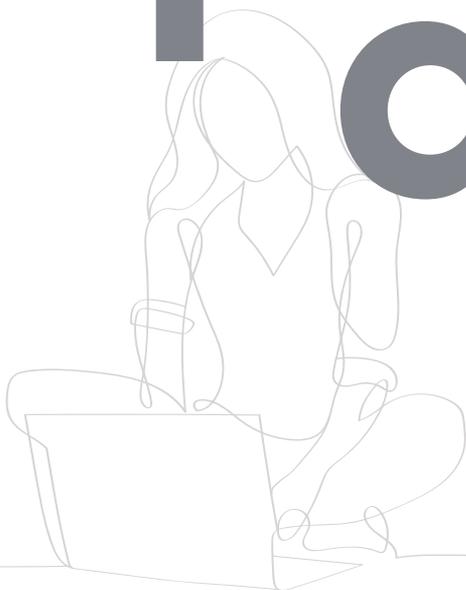
ORGANIZADORES



# Des ign pes em qui sa.



vol 5



---

D457 Design em pesquisa : volume 5 [recurso eletrônico] / organizadores Geisa Gaiger de Oliveira, Gustavo Javier Zani Núñez [e] Jaire Ederson Passos. – Porto Alegre: Marcavisual, 2023.  
356 p. ; digital

ISBN 978-65-89263-58-6

Este livro é uma publicação do Instituto de Inovação, Competitividade e Design (IICD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul ([www.ufrgs.br/iicd](http://www.ufrgs.br/iicd))

1. Design. 2. Gestão de Design. 3. Gestão de projetos. 4. Design – Emoção. 5. Design - Educação. 6. Design – Tecnologia. 7. Design – Sustentabilidade. 8. Design – Desenvolvimento humano. 9. Design – Teoria e método. 10. Design contra a Criminalidade. I. Oliveira, Geisa Gaiger de. II. Zani Núñez, Gustavo Javier. III. Passos, Jaire Ederson.

CDU 658.512.2

---

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.  
(Jaqueline Trombin – Bibliotecária responsável CRB10/979)

## CAPÍTULO 4

# Viabilidade de implementação de escâner 3D modular e de baixo custo para planejamento cirúrgico virtual

Mateus Spellmeier Mello, Fábio Gonçalves Teixeira

---

### *R e s u m o*

O pensamento projetual do Design tem sido utilizado em diversas áreas como ferramenta para impulsionar a inovação. No campo da saúde, pode ser utilizado no processo de planejamentos cirúrgicos. Nesses casos, a automatização por meio da digitalização tridimensional do paciente é, em geral, uma parte importante do processo. Porém, enquanto medições manuais podem ser incômodas e imprecisas, medições por escaneamento em 3D são usualmente caras e pouco acessíveis à população em geral. Com este trabalho, propõe-se o desenvolvimento de um artefato de baixo custo, construído com base na Design Science Research, capaz de realizar o escaneamento com precisão de pacientes que irão ser submetidos a cirurgias plásticas, como reconstrução auricular, mamoplastia de aumento, sequência Pierre Robin e cirurgia ortognática. Tal proposição busca aumentar a assertividade de cirurgias e diminuir o número de cirurgias de correção devido ao planejamento incorreto ou impreciso. Como resultado, foi desenvolvido um escâner com peças de alumínio, plástico de impressão 3D e madeira, com iluminação em barras de led, câmera modular e movimentos parcialmente automatizados. A proposição do artefato trouxe benefícios quanto ao seu custo de fabricação e mostrou ser efetivo em trazer resultados de qualidade compatível com sua aplicação. Algumas limitações quanto à velocidade de escaneamento e amplitude de movimentação também são mostradas ao fim deste trabalho, fazendo-se sugestões de melhorias para os próximos estudos.

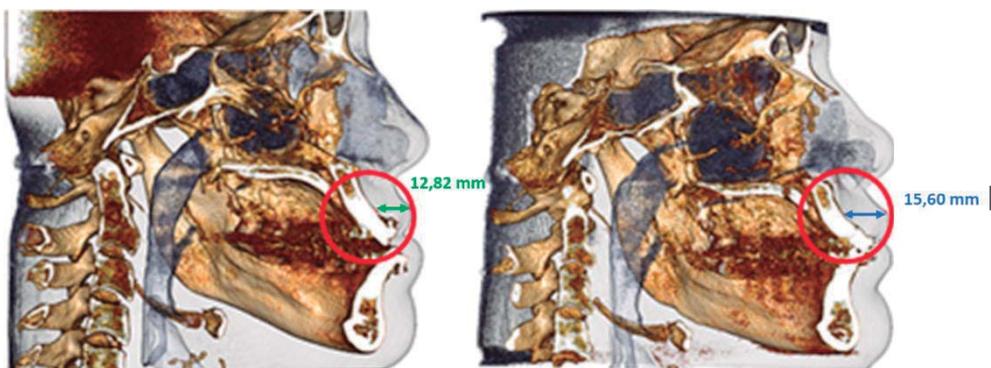
### **1 Introdução**

O design virtual utiliza ferramentas computacionais para aperfeiçoar todas as fases de desenvolvimento de produto, utilizando tecnologias e metodologias específicas, como o uso da prototipagem rápida, digitalização e modelagem tridimensional (3D), bem como simulações virtuais (TEIXEIRA *et al.*, 2008). O uso de modelos 3D é o pró-

ximo estágio na evolução do planejamento cirúrgico, pois torna possível ao cirurgião entender e planejar tratamentos individuais personalizados. Assim, esses profissionais podem compreender mais claramente as mudanças tridimensionais provocadas por determinado procedimento e suas limitações para, a partir disso, modificar e aprimorar os métodos utilizados (SYKES *et al.*, 2011).

Tecnologias atuais permitem análises em 2 dimensões. Por exemplo, a análise de tecidos macios da face para osteotomia de Le Fort é geralmente realizada por meio de vistas laterais em duas dimensões, o que é uma técnica muito limitada (SYKES, 2011). A tomografia computadorizada, em combinação com escaneamentos em duas dimensões (2D), permite a digitalização completa do paciente, tornando possível prever resultados de cirurgias de forma muito mais fácil. A figura 1 mostra um paciente que passou por um procedimento de osteotomia de Le Fort, adotando os métodos tradicionais de levantamento de imagem com vistas laterais em 2D, o que torna a análise muito limitada.

**Figura 1: Exemplo de vistas laterais de pré (imagem da esquerda) e pós-operatório (imagem da direita) mostrando as diferenças na pele e ossos da face, seguindo a osteotomia de Le Fort.**



Fonte: SYKES, 2011.

Com os avanços na cirurgia, o lábio superior pode ser mudado em tamanho, posição e formato. A análise em 2D permite que seja medido a variação na posição e tamanho em um determinado plano. Porém, o observador percebe a variação em 3 dimensões, não somente em um plano. Assim como o olho humano percebe a cirurgia por completo, em todas dimensões, assim também deveria ser possível na análise (SYKES, 2011). Para alguns casos de fabricação de próteses e órteses para tratamentos médicos, o levantamento de medidas é realizado através do uso de moldes em gesso, por meio do qual são obtidas as medidas da parte do corpo do paciente (BRENDLER, 2013). Este procedimento,

além de desconfortável, pode constranger a pessoa pelo fato de ter que deixá-la somente com suas roupas íntimas em contato físico com o profissional da saúde. Além disso, o gesso também é molhado durante a aplicação e pode causar um desconforto térmico ao paciente (BRENDLER, 2013).

Assim, a tendência é evitar o uso de técnicas manuais. As visualizações e medições pré-cirúrgicas, assim como as simulações de seus resultados, estão incluídas nos objetivos globais da cirurgia plástica (SYKES, 2011). Tendo como objetivo aumentar o conforto do paciente e melhorar sua experiência durante o procedimento de medição, pesquisas sobre digitalizadores tridimensionais e sistemas de fotogrametria vêm sendo feitas para que seja possível a obtenção de dados sem contato físico (GRAZIOSO, 2018). Isso leva a um avanço no estudo de sistemas de escaneamento que exploram tecnologias não invasivas para medição de partes do corpo humano. Além disso, a necessidade de implementar tais tecnologias requer que elas levantem medidas tão precisas quanto possível. Isso tem motivado pesquisadores e engenheiros a criarem sistemas cada vez mais rápidos de aquisição de medidas (GRAZIOSO, 2018).

Por outro lado, uma tecnologia denominada fotogrametria traz a possibilidade da aquisição instantânea de dados, gerando imagens por meio do uso de múltiplas fotos capturadas de pontos de vista diferentes de um mesmo corpo de interesse. A fotogrametria, em combinação com escaneamentos tal como a tomografia computadorizada (CT), permite criar, prever e modificar os efeitos e resultados de cirurgias. Essa combinação de escaneamentos internos com escaneamentos de superfícies não somente oferece uma oportunidade para planejamento de cirurgias, mas também possibilita uma poderosa interface de comunicação entre médicos e pacientes (SYKES, 2011), gerando uma digitalização 3D completa do corpo do paciente (GRAZIOSO, 2018). Pesquisadores têm divulgado a fotogrametria como um recurso eficaz e preciso também na avaliação fisioterapêutica. Este método tem a vantagem de ser um método não invasivo, não necessitar de um encaminhamento para sua realização, não requerer equipamentos sofisticados, não apresentar contraindicações para sua utilização e poder ser capaz de quantificar alterações posturais (IUNES, 2004). Baixo custo e avaliação quantitativa, aliada à baixa exposição à radiação, faz da fotogrametria um método extremamente aplicável à área da saúde (KANDASAMY, 2018).

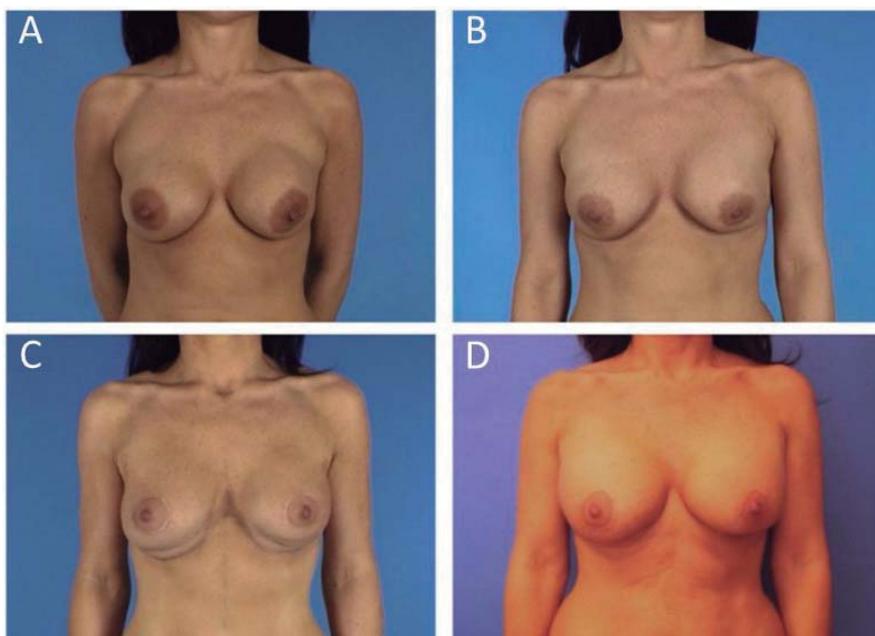
Neste sentido, o problema de pesquisa é como a fotogrametria pode contribuir como um processo rápido, pouco invasivo e de baixo custo utilizando digitalização de pacientes e auxiliando no planejamento de cirurgias. O objetivo geral deste trabalho é propor um sistema de escaneamento 3D de baixo custo

e com acoplamento modular de câmera, que permita a obtenção rápida de parâmetros formais a partir de um sistema de fotogrametria, visando otimizar o planejamento de processos cirúrgicos.

## 2 Justificativa

Um dado de 2014 revela que, no Brasil, um número de 185.000 cirurgias tiveram mais de 11.000 reintervenções relacionadas à falta de dados através da visualização 3D durante o planejamento de cirurgias (MAXIMILIANO *et al.*, 2017). Para exemplificar, a Figura 5 mostra uma paciente de 32 anos com contratatura capsular Baker estágio III 4 anos após uma cirurgia de aumento de mama com implante de silicone. Este foi um caso típico de reoperação motivada por insatisfação estética por parte da paciente (FORSTER; KÜNZI; GIOVANOLI, 2013).

**Figura 2 - Paciente com contratatura capsular. A: contratatura capsular recorrente 2 anos após troca do implante. B: foto do pré-operatório. C: pós-operatório da troca do implante. D: deformidade e contratatura capsular 3 anos após troca do implante.**



Fonte: FORSTER, 2013.

Existe ainda o problema sócio-econômico para aquisição de equipamentos que possam auxiliar a preparação de cirurgias, tais como estes que possibilitam a visualização em 3D do paciente. Fornecer acesso a alguns equipamentos médicos

pode ser uma tarefa difícil para países que passam por períodos de extrema austeridade, como nos chamados países emergentes (EZE, 2020). No caso dos hospitais, o objetivo é levar assistência de qualidade para seus usuários. A fim de gerar maior expectativa e qualidade de vida, é necessário melhorar o ambiente e tudo que envolve a organização, incluindo também o ambiente tecnológico. Os custos na esfera pública são escassos e devem ser utilizados com total racionalidade (SOUZA, 2017). Isso significa que tecnologias desenvolvidas nacionalmente podem proporcionar mais acesso a equipamentos de qualidade. Isso porque, embora a globalização tenha permitido maior flexibilidade na escolha de novos equipamentos, ela tornou a cadeia de suprimentos mais complexa (SOUZA, 2017). Compras internacionais, principalmente quando tratando de equipamentos de grande porte, tornam aspectos como tempo de solução de problemas do produto mais difíceis de negociar, assim como tornam maior o tempo de aquisição do produto.

Neste sentido, este trabalho utiliza a digitalização 3D e as ferramentas de visualização e simulação virtual para auxiliar no planejamento de processos cirúrgicos. Os resultados deste estudo mostram como o equipamento desenvolvido pode ser explorado em várias aplicações médicas e hospitalares no presente e como ele pode evoluir para se tornar um sistema rápido, eficaz e acessível no futuro. O desenvolvimento de um equipamento de baixo custo e com tecnologia nacional vai permitir com que uma maior parte da população tenha acesso a cirurgias mais confiáveis e assertivas. Assim, a implementação de um planejamento aprimorado, por meio do Design Virtual, pode reduzir as taxas de reoperação, além de proporcionar melhores resultados estéticos de maneira geral. A partir disso, o método pode ser ampliado também para outros procedimentos além dos aqui citados. A partir dessas justificativas expressas, o trabalho demonstra importância social, econômica e relevância para dentro de uma área de pesquisa cujo avanço é de interesse do curso de Design.

Devido ao seu caráter prático, conforme definição de Dresch (2015), o principal interesse neste tipo de trabalho é que seus resultados auxiliem os profissionais na solução de problemas do dia a dia. Primeiramente, com o problema de pesquisa definido: “Como a fotogrametria pode contribuir como um processo rápido, pouco invasivo e de baixo custo utilizando digitalização de pacientes e auxiliando no planejamento de cirurgias”, uma forma de encontrar a resposta para tal problema é por meio da construção de artefatos. Quando generalizados, essas classes permitem que o conhecimento gerado em um contexto específico possa ser acessado e adotado por pesquisadores e organizações que tenham problemas similares (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015). O trabalho faz uso

de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, validação por meio de testes em campo com o artefato e comparação dos dados resultantes com os gerados por outros equipamentos do mercado. Para desenvolver o artefato que permita a realização do planejamento cirúrgico virtual mais assertivamente, esta pesquisa utiliza a sistematização proposta por Lacerda *et al.* (2013), conhecida como a Design Science Research (DSR) (figura 3).

A Design Science Research é uma abordagem epistemo-metodológica que detalha as formas de se fazer ciência a partir da construção de artefatos, com objetivo de prescrever e de desenvolver conhecimentos para a concepção e elaboração de sistemas com foco em solucionar problemas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2014). Primeiro, desenvolver um artefato para resolver um problema prático em um contexto específico. Segundo, gerar novos conhecimentos técnicos e científicos para toda uma classe de problemas. Para sua aplicação, é preciso ter conhecimento sobre o problema, especialmente suas causas e consequências, para se pensar em possíveis soluções. Esse conhecimento pode ser obtido por meio de uma revisão de literatura, de estudos empíricos anteriores, de estudos exploratórios ou de especialistas no domínio (PIMENTEL, 2020).

**Figura 3 - Etapas da metodologia Design Science Research.**



Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Os resultados apresentados pelo uso do artefato criado por esta pesquisa são comparados aos métodos de escaneamento já utilizados para essa aplicação, como escaneamento por luz estruturada ou fotogrametria manual com uso de smartphone. Após coletar e analisar os dados, é feita a síntese das informações levantadas. Essa síntese faz referência à manipulação dos dados que foram obtidos e analisados, possibilitando a estruturação da contribuição que o presente trabalho propõe. Esta etapa é feita por meio de um quadro que mensura diferentes fatores, como tempo de aquisição, custo médio por aquisição, custo do equipamento, precisão das medidas, nível de expertise do operador, segurança do paciente e operador da máquina, aplicação para planejamento cirúrgicos e índice de privacidade do paciente escaneado (QUADRO 1).

**Quadro 1 - Comparação dos resultados**

	<b>Artefato construído</b>	<b>Fotogrametria Smartphone</b>	<b>Luz estruturada</b>	<b>Métodos manuais</b>
Tempo de aquisição	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5
Custo médio por aquisição	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5
Custo do equipamento	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5
Nível de expertise do operador	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5
Segurança do paciente e operador da máquina	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5
Aplicação para planejamento cirúrgico	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5
Índice de privacidade	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5	Escala de 1 a 5

Fonte: dos autores.

Por fim, o programa utilizado para geração de imagens é o *Meshroom*, pois o mesmo permite a construção de modelos 3D a partir de um conjunto de fotos. A interface do *Meshroom* é relativamente simples e dispõe de diversas ferramentas. Para iniciar, o usuário precisa arrastar as imagens que irão produzir o modelo tridimensional para a área de trabalho do programa. A partir disso, o *Meshroom* oferece diversas maneiras de interagir e de visualizar o modelo resultante. Tal modelo pode ser exportado com liberdade em diversos formatos, para que possa ser visualizado em outros aplicativos ou até replicado em softwares que gerem arquivos para impressão 3D.

### 3 Resultados e discussão

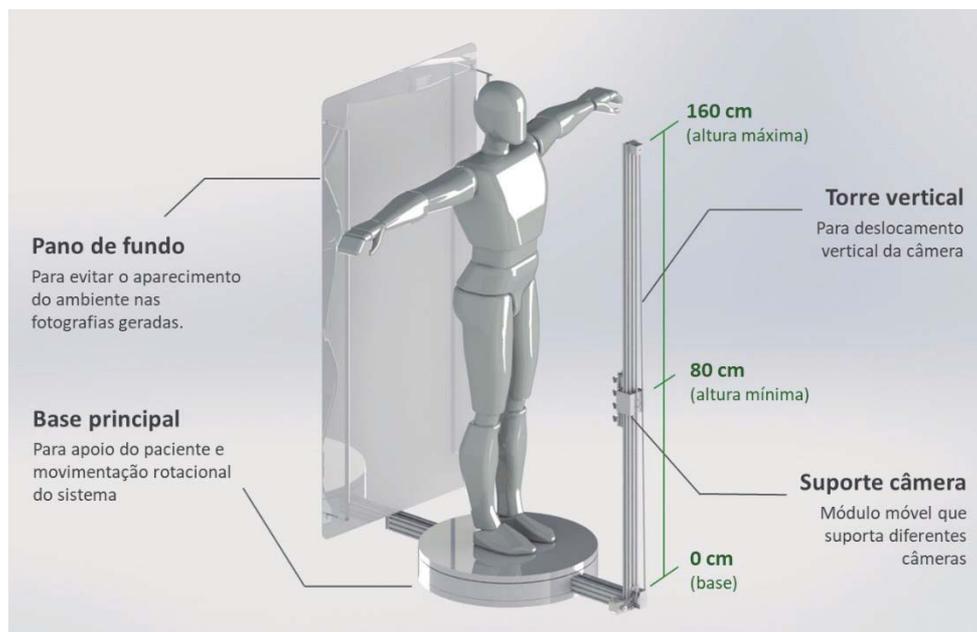
Os requisitos do produto puderam ser levantados a partir de pesquisa com trabalhos anteriores e pesquisadores da área. Foram levantados também outros cuidados que, de acordo com Claman, Patton e Rashid (1990). Bishara *et al.* (1995), Watson e Macdonncha (2000), devem ser obedecidos para se obter um escâner capaz de gerar resultados de qualidade:

- Evitar usar zoom ou lentes de aumento que podem reproduzir imagens com curvas convexas ou côncavas.
- Algumas partes do corpo podem ampliar-se em relação a outras. Este tipo de distorção pode ser eliminado se a máquina estiver paralela ao sujeito e completamente alinhada na vertical.
- Posicionar bem os pés do sujeito de modo que nenhum lado do corpo fique mais anterior para evitar distorções, pois se o corpo é fotografado com o lado esquerdo mais à frente, o pé esquerdo é reproduzido na fotografia maior que o direito (WATSON, 1998).
- A distorção devido ao erro de paralaxe pode ser minimizada se a distância entre sujeito e máquina for aumentada, com isso aumentando o comprimento focal da máquina. A câmera deve ser sempre posicionada na horizontal e direcionada em frente ao centro do corpo do sujeito (WATSON, 1998).
- Trabalhar com apenas um pesquisador fotografando para aumentar a probabilidade de se obter um padrão de fotografias comparativas.
- Utilizar sempre a mesma câmera para um mesmo escaneamento.
- Posicionar a câmera sempre na mesma distância do paciente e usar marcas.

Ainda, para cirurgias crânio-maxilo-facial, como é o caso das cirurgias ortognáticas, os seguintes parâmetros são sugeridos (SINGH, 2021) no momento da captura de imagens para escaneamento:

- As fotografias devem possuir cores.
- As fotografias devem incluir imagens em lateral, de ambos os lados, a 45°, além de imagens frontais.
- As fotografias devem ser feitas com a posição natural da cabeça.
- A partir da análise de similares e da lista de pré-requisitos de produto, chegou-se ao projeto de um artefato cuja configuração permite a melhor relação entre tempo estimado de aquisição, custo do equipamento, segurança e privacidade do paciente, entre outros requisitos levantados anteriormente. O esboço deste projeto é ilustrado na figura 4 a seguir.

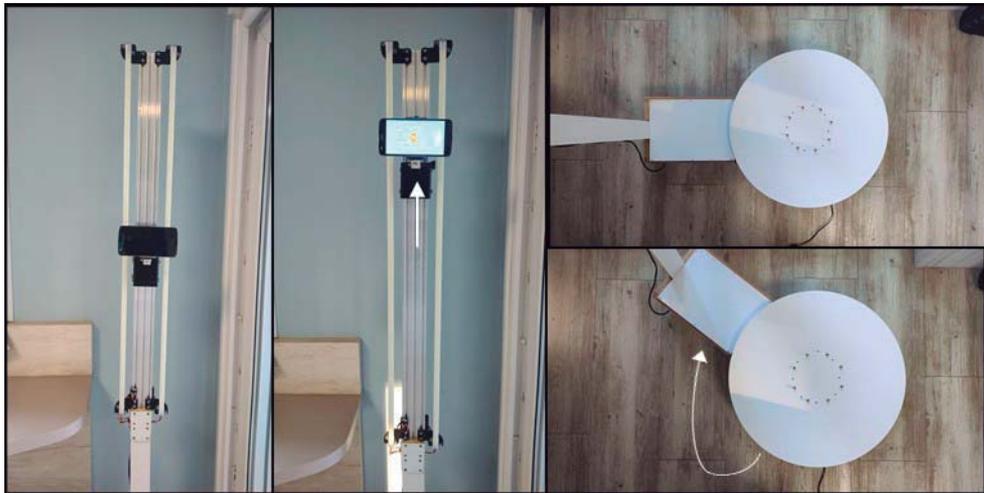
Figura 4 - Resultado do projeto detalhado do artefato



Fonte: dos autores.

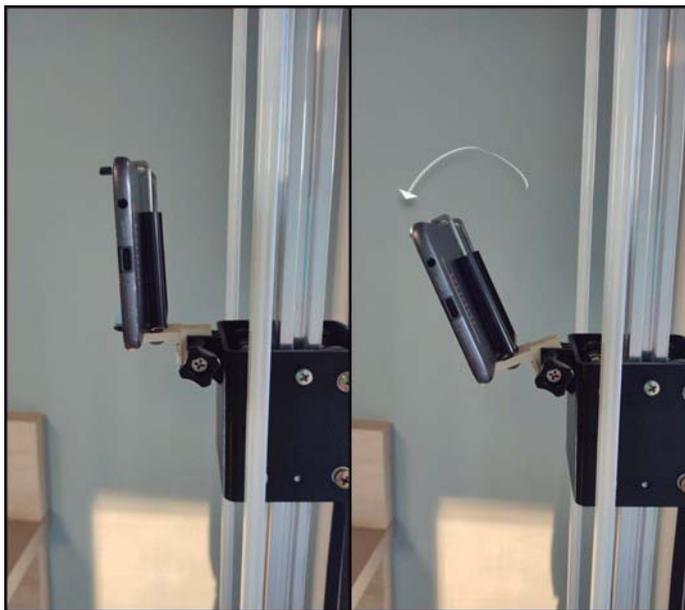
Como mostra a figura, o projeto é composto por uma base principal circular sobre a qual o paciente fica de pé. Uma torre vertical (por onde a câmera se desloca) e um pano de fundo ainda compõem o sistema móvel do escâner, o qual pode girar 360 graus em torno do paciente durante a operação. O sistema permite que a câmera se movimente com 3 graus de liberdade, sendo um de forma manual e dois por meio de acionamento eletrônico. A movimentação vertical é uma destas movimentações com acionamento remoto, possibilitando que o escâner capture imagens desde a altura de 80 centímetros até 160 centímetros de altura a contar da sua base (figura 4). Esta movimentação ocorre por meio de um acionamento eletrônico, controlado pelo operador com 2 botões, um para subir e outro para baixar o sistema de câmeras. Outra forma de deslocamento da câmera é a rotação em torno do paciente escaneado (figura 5), que é acionada remotamente pelo operador. Isso permite a captura de imagens com 360° de rotação em torno da pessoa. Ainda, de forma manual e pré-configurada antes do início do escaneamento, existe a possibilidade de realizar o movimento de *tilt* da câmera (figura 6), rotacionando a câmera de forma a direcioná-la mais para cima ou mais para baixo, com amplitude de até 45°. Todas essas três formas de movimentação estão explícitas nas figuras 5 e 6 a seguir.

**Figura 5 - Movimentação e vertical (esquerda) e rotacional (direita) do escâner**



Fonte: dos autores.

**Figura 6 - Ajuste de inclinação (tilt) da câmera do escâner de até 45°**



Fonte: dos autores.

O primeiro teste do equipamento foi realizado com o objetivo de digitalizar o rosto de uma pessoa. Para tanto, o sistema de movimentação da câmera (vertical e rotacional) foi desativado e substituído por uma operação totalmente manual, realizada por uma segunda pessoa. A partir de seus resultados parciais, aplicou-se melhorias na estrutura e na iluminação sendo possível realizar uma segunda rodada de escaneamentos, dessa vez com o sistema de movimentação vertical por acionamento remoto (figura 7). Por

fim, uma terceira rodada de testes foi realizada com acionamento totalmente remoto, acréscimo de estrutura de fundo e módulo de duas câmeras.

**Figura 7 – Teste 1 (esquerda), 2 (meio) e 3 (direita) com o equipamento de escaneamento 3D**



Fonte: dos autores.

Conforme apresentado no item 2 (Métodos), o quadro 1 traz a possibilidade de comparação quantitativa entre os diferentes métodos de escaneamento e o escâner por fotogrametria aqui proposto. Após aplicação do escâner em laboratório, foi levantado o tempo de aquisição, custo médio por aquisição e demais quesitos para serem comparados com outros equipamentos na etapa seguinte. A descrição de cada um destes tópicos é realizada a seguir e sintetizados no quadro 2.

- Tempo de aquisição: Este tempo conta a partir do instante em que ocorre o acionamento da máquina, passando pela aquisição das imagens até seu desligamento. Quanto maior, mais rápido é o procedimento.
- Custo do equipamento: O custo do equipamento considera apenas o preço de custo de cada uma das peças utilizadas na construção do equipamento. Quanto maior o índice, mais barato é o custo do equipamento.
- Precisão das medidas: O índice de precisão das medidas avalia a performance dos resultados gerados em 3D no Meshroom. Aqui a análise é feita apenas de forma relativa, comparando se os resultados apresentam qualidade pior ou melhor se comparado a outros métodos.

- Nível de expertise do operador da máquina: A expertise do operador necessária para o equipamento é avaliada conforme a necessidade de treinamento para aplicação do escaneamento de forma inversamente proporcional. Ou seja, quanto maior o índice, menor é o tempo de treinamento que o operador precisa ter para utilizar o equipamento.
- Segurança do paciente: Quanto maior este índice, mais seguro e confortável é considerado o procedimento para a saúde do paciente.
- Aplicação para planejamento cirúrgico: Este item pontua a aplicabilidade de tal equipamento para os planejamentos cirúrgicos citados neste trabalho. Por exemplo, uma máquina que não seja capaz de gerar imagens da região do peito receberá baixa pontuação neste quesito, pois impedirá de ser aplicado para planejamentos de mamoplastias. Quanto maior o índice, mais indicado este equipamento é para a realização dos planejamentos das cirurgias, pois cumpre com os requisitos técnicos para isso.
- Índice de privacidade: Por fim, para que haja uma comparação de usabilidade do equipamento e de satisfação do usuário (paciente), este índice avalia de forma subjetiva a interação que o mesmo tem com o operador. Quanto mais íntimo ou próximo esse contato for, menor é este índice. Quanto mais distante o operador puder realizar o escaneamento, maior é o índice.

**Quadro 2 - Resultado final comparativo**

	<b>Artefato construído</b>	<b>Fotogrametria Smartphone</b>	<b>Luz estururada</b>	<b>Métodos manuais</b>
Tempo de aquisição	4	4	3	1
Custo do equipamento	2	4	1	5
Precisão das medidas	4	3	5	2
Nível de expertise do operador	4	4	3	2
Segurança do paciente	5	5	4	4
Aplicação para planejamento cirurgico	4	5	5	3
Índice de privacidade	5	3	3	1
<b>Soma</b>	<b>28</b>	<b>281</b>	<b>24</b>	<b>18</b>

Fonte: dos autores.

Os tempos de aquisição variaram entre 01'10" e 03'50", dependendo da quantidade de fotos tiradas e da amplitude total do escaneamento. A amplitude máxima utilizada para estes escaneamentos foi de 270° na rotação e 30 cm de

variação na altura, com escaneamentos abrangendo majoritariamente a região da cabeça e peito. Os resultados em números e as imagens geradas, sem tratamento, constam respectivamente no quadro 3 e na figura 8 a seguir.

**Quadro 3 - Resultado de tempo de aquisição do equipamento por fotogrametria**

Escaneamento	1	2	3	4
Distância de altura entre fotos (deslocamento vertical)	15 cm	10 cm	8 cm	8 cm
Amplitude máxima total do escaneamento (vertical)	30 cm	20 cm	24 cm	16 cm
Ângulo entre fotos	45°	45°	45°	22,5°
Amplitude total do escaneamento	90°	180°	180°	270°
Quantidade total de fotografias	9	15	20	36
Tempo total do escaneamento	01:10	01:39	01:49	03:50
Tempo médio por fotografia	00:07	00:06	00:05	00:06

Fonte: dos autores.

**Figura 8 – Fotos sem tratamento geradas pelo escaneamento.  
Câmera: Smartphone Motorola Moto G100**



Fonte: dos autores.

Cada conjunto de fotos foi importado para o software Meshroom de forma a obter a imagem virtual em 3D. Um dos resultados do escaneamento consta na Figura 9, a qual mostra que foi possível captar um grande número de detalhes do rosto da pessoa a partir da mesclagem das fotos em alta resolução.

**Figura 9 – Resultados do teste com o equipamento. Câmera: Celular S20 FE**

Fonte: dos autores.

#### 4 Considerações finais

A pesquisa realizada para este trabalho traz diversos apontamentos sobre a aplicação do escaneamento 3D como técnica do Design Virtual para planejamento cirúrgico. Dentre estes apontamentos, destacam-se as vantagens e desvantagens de cada tipo de tecnologia de escaneamento que foram encontrados na literatura. Isto resultou no Quadro 2 e Quadro 3, os quais mostram que as aplicações de fotogrametria possuem vantagens em medir e analisar rapidamente o paciente, além de serem mais seguros que outros métodos por não emitirem luz ou radiação e permitirem mais privacidade se comparados, por exemplo, a métodos de medição manuais.

A pontuação final do quadro 2 mostra que a aplicação do escâner proposto pode se igualar ao uso puramente de fotografias tiradas com smartphones. Porém, considerando que trabalhos futuros podem explorar formas de diminuir seu custo e acelerar seu tempo de escaneamento, tal sistema pode ser preferível por permitir que a operação seja remota (permitindo mais privacidade ao paciente) e o sistema de iluminação seja mais adequado (permitindo mais qualidade nas imagens). Ainda, formas de permitir com que pessoas com necessidades especiais possam usar o escâner 3D, tais como cadeirantes, pessoas com dificuldades motoras ou bebês, podem contribuir com o acesso do Design Virtual para ainda mais pessoas.

O presente trabalho conclui que através do desenvolvimento de um artefato com tecnologia de baixo custo e utilizando técnicas de fotogrametria, o processo de digitalização de pacientes pode se tornar mais acessível e ainda contar com precisão adequada para planejamentos cirúrgicos mais assertivos, podendo ser um meio.

## Referências

- BRENDLER, Clariana Fischer. **Método para levantamento de parâmetros antropométricos utilizando um digitalizador 3D de baixo custo**. 2013.
- CARPES, R.C. **Design & Cirurgia Plástica: Framework Para Planejamento Cirúrgico Virtual**, 2020
- CLAMAN, L.; PATTON, D. e RASHID, R. Standardized portrait photography for dental patients. *Am.J.Orthod. Dentofac. Orthop.*, Weston, v.98, n. 3, p. 197-205, 1990.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR., J. A. V. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement**. New York: Springer, 2014.
- FORSTER, N. A.; KÜNZI, W.; GIOVANOLI, P. The reoperation cascade after breast augmentation with implants: What the patient needs to know. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 2013. v. 66, n. 3, p. 313–322.
- GRAZIOSO, Stanislao; SELVAGGIO, Mario; DI GIRONIMO, Giuseppe. Design and development of a novel body scanning system for healthcare applications. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, v. 12, n. 2, p. 611-620, 2018.
- IUNES, Denise Hollanda. Análise da confiabilidade inter e intra-examinador na avaliação postural pela fotogrametria computadorizada. 2004. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.
- KANDASAMY, Gok. **Development and evaluation of a low cost, 3D imaging mobile surface topography system (MSTS) for measuring posture and back shape in clinical settings**. 2018.
- MAXIMILIANO, J. *et al.* Breast augmentation: correlation between surgical planning and complication rates after surgery. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica (RBCP) – Brazilian Journal of Plastic Surgery*, 2017. v. 32, n. 3, p. 332–338.
- PASCAL, E. *et al.* Current status of surgical planning and transfer methods in orthognathic surgery. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 2018. v. 119, n. 3, p. 245–248. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jormas.2018.02.001>>.
- PIMENTEL, Mariano; FILIPPO, Denise; SANTOS, Thiago Marcondes. Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. **RE@ D-Revista de Educação a Distância e eLearning**, v. 3, n. 1, p. 37-61, 2020.
- SOUZA, Daiane Olsson de; ROSA, Roger dos Santos. Compras nacionais e internacionais em um hospital de capacidade extra. **Gestão em saúde no Rio Grande do Sul: casos, análises e práticas (v. 2)**. p. 253-279, 2017.
- TEIXEIRA, F. G. *et al.* Virtual design: Concepts. **SAE Technical Papers**, 2008. n. October.
- SYKES, J. M. *et al.* 3D Analysis of Dentofacial Deformities: A New Model for Clinical Application. **Facial Plastic Surgery Clinics of NA**. v. 19, n. 4, p. 767–771, 2011.
- WATSON, A.W.S. e MACDONNCHA, C. A reliable technique for the assessment of posture; assessment criteria for aspects of posture. *J. Sports Med Phys. Fitness, Turin*, v.40, n. 3, p. 260-70, 2000.

### Como citar este capítulo (ABNT)

MELLO, M.S.; TEIXEIRA, F.G. Viabilidade de implementação de escâner 3D modular e de baixo custo para planejamento cirúrgico virtual *In*: OLIVEIRA, G.G. de; NÚÑEZ, G.J.Z.; PASSOS, J. E.; **Design em Pesquisa – Volume 5**. Porto Alegre: Marcavisual, 2022 cap. 4, p. 48-62. E-book. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>. Acesso em: 4 de agosto de 2022.

### Como citar este capítulo (Chicago)

MELLO, MATEUS SPELLMEIER; TEIXEIRA, FABIO, GONÇALVES. “Viabilidade de implementação de escâner 3D modular e de baixo custo para planejamento cirúrgico virtual” *In*: Design em Pesquisa – Volume 5 edited by Geísa Gaiger de Oliveira, Gustavo Javier Zani Núñez, Jaire Ederson Passos, 48-62. Porto Alegre: Marcavisual. <http://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>.