

**RODOLFO COSTA LOBATO**

**Comparação volumétrica entre tomografia  
computadorizada e fotogrametria em pacientes  
submetidos à mentoplastia de aumento por meio de  
enxerto autógeno de gordura**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título  
de Doutor em Ciências

Programa de Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e  
Medicina Perioperatória

Área de concentração: Cirurgia Translacional

Orientador: Prof. Dr. Rolf Gemperli

**São Paulo  
2022**

**RODOLFO COSTA LOBATO**

**Comparação volumétrica entre tomografia  
computadorizada e fotogrametria em pacientes  
submetidos à mentoplastia de aumento por meio de  
enxerto autógeno de gordura**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título  
de Doutor em Ciências

Programa de Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e  
Medicina Perioperatória

Área de concentração: Cirurgia Translacional

Orientador: Prof. Dr. Rolf Gemperli

**São Paulo  
2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Lobato, Rodolfo Costa

Comparação volumétrica entre tomografia computadorizada e fotogrametria em pacientes submetidos à mentoplastia de aumento por meio de enxerto autógeno de gordura / Rodolfo Costa Lobato. -- São Paulo, 2022.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Anestesiologia, Ciências Cirúrgicas e Medicina Perioperatória.

Área de Concentração: Cirurgia Translacional.

Orientador: Rolf Gemperli.

Descritores: 1.Enxerto autólogo 2.Face 3.Imageamento tridimensional  
4.Fotogrametria 5.Tomografia computadorizada espiral.

USP/FM/DBD-291/2022

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

*Aos meus pais Angela Maria Costa Lobato e Arcelino de Miranda Lobato Neto, que representam TUDO na minha vida.*

*Ao meu irmão, Rodrigo Costa Lobato e minha cunhada Carla Freire Lobato, pela presença constante em minha vida, sendo sempre um braço amigo e com quem pude contar todos esses anos.*

*As minhas famílias (Costa e Lobato), minha profunda gratidão e afeto por cada momento que tive com vocês em minha vida; isso me fez chegar até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Rolf Gemperli, que me ensinou, guiou e orientou durante todos esses anos, desde a Residência até a Pós-Graduação, sendo eterno incentivador do meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor Doutor Luiz Carlos Ishida, meu mestre e guia durante a especialização em rinoplastia, incentivador desta tese e grande companheiro científico.

À Professora Doutora Cristina Pires Camargo, pelos incentivos e apoio incondicional para minha vida acadêmica.

Ao Dr. Rodrigo Mangaravite Encinas, um padrinho cirúrgico e profissional, pessoa de índole e ética admiráveis e que compartilhou seus conhecimentos de anos comigo.

Ao Professor Doutor Fábio Rosa Carramaschi, em quem pude me inspirar diariamente para construir meus conceitos em cirurgia plástica e que admiro imensamente, pessoal e profissionalmente.

A Laielly Abbas, Adriana Buevas, Bruno Luitgards, Bruno Rocha, Cristiane Lopes e Monique Mendes, amigos médicos presentes em inúmeras e infindáveis discussões desta tese, que contribuíram imensamente com suas idéias.

A Anette Maiorana Xerfan e Filipe Pena de Freitas, “amores da vida”, por me mostrarem o que é amar (e o quanto o amor pode dar força ao trabalho).

A toda minha família, que sempre me apoiou e me incentivou, mostrando-me o melhor caminho a ser trilhado, mesmo quando esse parecia muito distante e impossível para mim.

Aos residentes de cirurgia plástica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo: sem a ajuda de cada um de vocês, esta tese não seria possível.

Aos pacientes tratados nessa tese, o meu mais sincero obrigado, pois estiveram sempre disponíveis a realizar cada etapa que a mesma exigia, permitindo o avanço e conclusão da pesquisa.

A todos os demais funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação profissional e para o andamento desta tese: OBRIGADO! Vocês fazem parte disso.

*“Você não precisa ter sucesso para ser feliz, mas precisa ser feliz para ter sucesso”*

*Shawn Achor, 2010.*

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*.

Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

Abreviatura dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

## SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas	
Lista de figuras	
Lista de tabelas	
Resumo	
Abstract	
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS .....	5
2.1 Primário .....	6
2.2 Secundário .....	6
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	7
3.1 Mentoplastia de aumento.....	8
3.2 Enxerto autógeno de gordura no mento .....	9
3.3 Métodos de imagem para avaliação da integração da gordura enxertada.....	11
3.4 Avaliação por métodos radiológicos .....	12
3.5 Avaliação por métodos fotográficos.....	13
3.6 Avaliação de volume facial por métodos fotográficos .....	15
3.7 Tecnologia e vantagens dos métodos de fotogrametria.....	17
4 MÉTODOS.....	20
4.1 Tipo de estudo .....	21
4.2 Critérios de inclusão e exclusão .....	21
4.3 Preparo pré-operatório .....	22
4.4 Técnica cirúrgica .....	23
4.4.1 Coleta de gordura.....	23
4.4.2 Preparo da gordura.....	23
4.4.3 Enxertia de gordura.....	25
4.5 Pós-operatório.....	28
4.6 Dados epidemiológicos e cirúrgicos.....	28
4.7 Técnicas de captação de imagens da face.....	29
4.7.1 Tomografia computadorizada – captura de imagem e reconstrução da imagem tridimensional.....	29
4.7.2 Fotogrametria - captura de imagem pelo smartphone e reconstrução da imagem tridimensional pelo softawre <i>Blender</i> ® .....	30
4.8 Comparação de imagens pré e pós-operatórias – Tomografia computadorizada e fotogrametria .....	33
4.9 Estatística.....	36
4.9.1 Cálculo do tamanho da amostra.....	36
4.9.2 Análise estatística.....	37
5 RESULTADOS.....	38

5.1	Dados demográficos .....	39
5.2	Quantificação volumétrica – grau de concordância entre tomografia computadorizada e fotogrametria. ....	40
5.3	Quantificação volumétrica – ganho volumétrico, aumento proporcional e taxa de retenção .....	41
6	DISCUSSÃO.....	43
7	CONCLUSÃO.....	54
8	ANEXOS .....	56
9	REFERÊNCIAS .....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	- Porcentagem
®	- Marca registrada
2D	- Bidimensional
3D	- Tridimensional
CCI	- Coeficiente de correlação intraclasse
CTDG	- Células-tronco derivadas de gordura
EAG	- Enxerto autógeno de gordura
FVE	- Fração vascular estromal
HC-FMUSP	- Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
IMC	- Índice de massa corpórea
InRad	- Instituto de Radiologia
ml	- Mililitro
mm	- Milímetro
MP	- Mento profundo
MS1	- Mento superficial 1
MS2	- Mento superficial 2
MS3	- Mento superficial 3
MS4	- Mento superficial 4
nº	- Número
o	- Grau
RNM	- Ressonância nuclear magnética
SVO	- Serviço de Verificação de Óbitos da Capital da Universidade de São Paulo
TC	- Tomografia computadorizada
USP	- Universidade de São Paulo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Seringas de 10 mL com gordura aspirada e lavada com cloreto de sódio 0,9% (proporção de 1:1) decantada por 10 minutos, com infranadante e sobrenadante visíveis .....	24
Figura 2 -	Transferência de gordura da seringa de 10 mL para seringas de 1 mL.....	24
Figura 3 -	Esquema da demarcação da lipoenxertia .....	27
Figura 4 -	Reconstrução tridimensional da tomografia computadorizada de face .....	30
Figura 5 -	Protocolo de captura de imagem com smartphone para reconstrução de fotogrametria no <i>Blender</i> ®.....	31
Figura 6 -	Reconstrução de imagens pelo programa de imagem <i>Blender</i> ® .....	32
Figura 7 -	Reconstrução tridimensional de partes moles da tomografia computadorizada pré-operatória demonstrando os planos de corte criados .....	34
Figura 8 -	Reconstrução tridimensional de partes moles da tomografia computadorizada e da fotogrametria pré e pós-operatória.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características demográficas da população de estudo e da gordura utilizada. ....	39
Tabela 2 -	Descrição dos volumes calculados pela técnica de fotogrametria e tomografia computadorizada nos momentos pré e pós-operatórios.....	40
Tabela 3 -	Cálculo das diferenças de volume do mento calculadas por TC e fotogrametria.....	40
Tabela 4 -	Descrição das diferenças de volumes e das razões de volumes (pré e pós-operatórias) pela fotogrametria e pela tomografia computadorizada.....	41
Tabela 5 -	Porcentagem de retenção de volume no mento em relação ao volume enxertado.....	41

## RESUMO

Lobato RC. *Comparação volumétrica entre tomografia computadorizada e fotogrametria em pacientes submetidos à mentoplastia de aumento por meio de enxerto autógeno de gordura* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2022.

**Introdução:** para que a projeção do mento seja atingida, faz-se necessária a adequação de volume do mesmo, a qual pode ser obtida pela osteotomias de avanço, implantes aloplásticos ou preenchimentos com ácido hialurônico ou gordura. Uma das desvantagens da técnica de enxerto de gordura é a dificuldade na predição do volume retido pela dificuldade em calcular a variação de volume na face. Os métodos mais acurados para avaliação da integração da gordura são aqueles que avaliam de forma tridimensional o volume de gordura na área receptora, como a tomografia computadorizada (TC). Atualmente, outros tipos de técnicas de mensuração são utilizados, como o uso de fotografias e a compilação das mesmas (fotogrametria) por meio de programas de computador. Esse tipo de abordagem tecnológica possibilita a criação de imagens tridimensionais que auxiliam nas análises quantitativas da face e nas medidas volumétricas. **Objetivo:** comparar o grau de concordância de volume entre as imagens tridimensionais obtidas por tomografia computadorizada com aquelas obtidas por fotogrametria em pacientes submetidos a enxerto autógeno de gordura no mento. **Métodos:** foi realizado estudo prospectivo longitudinal incluindo 40 pacientes submetidos à lipoenxertia autóloga do mento com gordura retirada da região abdominal e enxertada em múltiplos planos, em áreas previamente determinadas. Os pacientes realizaram tomografia computadorizada e fotogrametria nos momentos pré e pós-operatório (6 meses). Essas imagens foram submetidas à reconstrução tridimensional pelo programa de imagem *Blender*<sup>®</sup>. O desfecho primário foi o grau de concordância do volume do mento entre as imagens de TC e as da fotogrametria. Os desfechos secundários foram as taxas de retenção da gordura enxertada em valores absolutos e relativos e o aumento relativo do mento em relação ao seu volume prévio. **Resultados:** foram operados 40 pacientes (75% do sexo feminino), com mediana de idade 26,5 anos e IMC de 23,6 kg/m<sup>2</sup>. A mediana do volume enxertado foi de 10 ml (IIQ 8-12,25 mL). Ao se comparar os volumes enxertados mensurados pelas duas técnicas, este estudo demonstrou no período pré-operatório um volume mediano maior mensurado pela TC em relação ao volume mensurado pela fotogrametria (12,48 mL *versus* 12,01 mL, respectivamente,  $p < 0,001$ ). Ao se comparar os volumes enxertados no período de 6 meses após o procedimento, os resultados também demonstraram volume maior mensurado pela TC em relação à fotogrametria (15,54 mL *versus* 14,94 mL respectivamente,  $p < 0,001$ ). Porém, a variação de volume mensurado pela TC e fotogrametria não demonstrou diferença ( $p = 0,89$ ). A taxa de retenção da gordura e o aumento percentual do mento encontrados foram semelhantes entre as duas técnicas de imagem.

Descritores: Enxerto autólogo; Face; Imageamento tridimensional; Fotogrametria; Tomografia computadorizada espiral.

## ABSTRACT

Lobato RC. *Volumetric comparison between computed tomography and photogrammetry in patients undergoing augmentation mentoplasty using autogenous fat graft* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2022.

**Introduction:** in order to achieve chin projection, it is necessary to adjust its volume, which can be obtained through advancement osteotomies, alloplastic implants or fillings with hyaluronic acid or fat. One of the disadvantages of the fat grafting technique is the difficulty in predicting the final obtained volume once it is hard to calculate the facial volume. The most accurate methods for assessing fat retention rate are those that assess the volume of fat in the recipient area in a three-dimensional way, such as computed tomography (CT). Currently, other types of measurement techniques are used, such as cell phones to obtain photographs and compiling them (photogrammetry) using software. This type of technological approach makes it possible to create three-dimensional images that assist in quantitative analysis of the face and in volumetric measurements. **Objective:** compare the degree of agreement of three-dimensional images obtained by computed tomography and photogrammetry for volumetric quantification in patients undergoing autologous fat graft in the chin. **Methods:** a prospective longitudinal study was carried out including 40 patients who underwent autologous chin fat grafting with fat removed from the abdominal region and grafted in multiple planes, in previously determined areas. The patients underwent CT and images capture by photographs of the face through cell phones during the pre and postoperative moments (6 months). These images were submitted to three-dimensional reconstruction using the *Blender*<sup>®</sup> software. The primary outcome was the degree of agreement of the chin volume between CT and photogrammetry images. The secondary outcomes were the retention rate of the grafted fat in absolute and relative values and the relative increase of the chin in relation to its previous volume. **Results:** 40 patients (75% female) undergone surgery, with a median age of 26,5 years and a median BMI of 23.6 kg/m<sup>2</sup>. The median volume grafted was 10 mL (IQR 8-12,25 mL). When comparing the grafted areas measured by the two techniques, this study demonstrated in the preoperative period greater volume measured by CT in relation to the volume measured by photogrammetry (12,48 mL versus 12,01, respectively,  $p < 0.001$ ). When comparing the grafted volumes in the period six months after the procedure, the results showed a larger volume measured by CT versus photogrammetry (15,54 ml versus 14,94 mL respectively,  $p < 0.001$ ). However, the volume variation measured by CT and photogrammetry showed no difference ( $p = 0.89$ ). The fat retention rate and the percentual increased volume in the chin were similar between the two imaging techniques.

Descriptors: Transplantation, autologous; Face; Imaging, three-dimensional; Photogrammetry; Tomography, spiral computed.

# **1 INTRODUÇÃO**

O mento é a região anatômica da face delimitada superiormente pelo sulco lábiomentoniano, lateralmente pelas comissuras orais e inferiormente pelo sulco submento-cervical<sup>1,2</sup>. Na análise facial, para um equilíbrio adequado do terço médio e inferior, é importante que nariz, lábios, mento e ângulo da mandíbula estejam em harmonia e, para isso, o mento deve apresentar tamanho, formato e contorno proporcionais a esses elementos faciais<sup>2,3</sup>.

Pacientes com assimetrias ou falta de projeção mental podem ser tratados com várias técnicas invasivas e não invasivas<sup>2,3</sup>. As principais técnicas de mentoplastia de aumento são a osteotomia de avanço, implantes aloplásticos e preenchimentos com uso de material de origem natural (gordura autógena) ou sintética (metacrilato, ácido hialurônico)<sup>4-7</sup>. A seleção do procedimento mais adequado para corrigir uma determinada deformidade do mento deve se basear no tipo e extensão da deformidade e a análise das vantagens e desvantagens relativas de cada opção também deve ser considerada<sup>3</sup>.

Dentre as diversas alternativas terapêuticas, o enxerto de gordura é comumente utilizado. Porém, a principal desvantagem do enxerto autógeno de gordura é a variabilidade e imprevisibilidade da sua taxa de integração no sítio receptor, pela reabsorção pós-operatória. As taxas de reabsorção são díspares, apresentando variações que vão de 20% a 90%<sup>4,8-12</sup>. Isso ocorre porque vários fatores influenciam a taxa de absorção, como área doadora, método de coleta, de preparo,

técnica de enxertia e área receptora. Não obstante, o método de aferição varia de estudo para estudo, sendo realizado de forma subjetiva em alguns (apenas a estimativa do cirurgião com fotos) e de forma mais objetiva em outros, utilizando exames de imagem<sup>4,8-12</sup>.

Os métodos mais precisos e acurados para avaliação da integração da gordura no local injetado são aqueles que avaliam de forma tridimensional (3D) a área receptora de enxerto, pois permitem um cálculo de volume, diferente de técnicas bidimensionais, que apenas estimam um volume. Meier *et al.*<sup>10</sup> realizaram um dos primeiros estudos avaliando técnicas de mensuração da permanência de gordura enxertada na face por meio da fotogrametria, determinando uma taxa de absorção de quase 70%. Já Fontdevila *et al.*<sup>13</sup> utilizaram tomografia computadorizada (TC) da face para realizar o mesmo tipo de avaliação, com taxas de absorção próximas a zero. Os autores<sup>13</sup> suscitam a hipótese de que a absorção de gordura ocorre de forma diferente de acordo com a área enxertada da face, influenciada pelo plano de enxertia, diferentes espessuras de subcutâneo e ação da musculatura facial. Basile *et al.*<sup>8</sup>, em 2017, publicaram o primeiro estudo que avaliou o grau de reabsorção da gordura enxertada no mento, obtendo uma taxa de absorção de 17,7% e utilizando fotos reconstituídas no programa de imagem *ImageJ*<sup>®</sup> (National Institutes of Health, Bethesda, Md, USA.) como método de cálculo. No entanto, esse trabalho baseou-se apenas na análise de único método, sem comparação com outro método fidedigno e já validado, como a tomografia computadorizada.

Em contrapartida, o avanço tecnológico dos últimos anos, como o uso de aparelhos celulares para obtenção de fotografias e a compilação das mesmas por meio de programas, vem permitindo a criação de imagens tridimensionais que

possibilitam análises quantitativas da face, como medidas lineares, angulares e volumétricas. Recentemente, Dornelles e Alonso<sup>14</sup> publicaram a validação do programa de imagem *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda) para cálculo de volume pela captação de imagens por escâner tridimensional de luz estruturada (Artec 3D MHT<sup>®</sup>, Artec 3D, Luxemburgo). Em seu artigo, os autores sugerem que a reconstrução digital tridimensional da face pode ser alcançada com a captação de imagens utilizando aparelhos celulares tipo *smartphones*, não havendo, até o momento, estudos que avaliem e validem a eficácia desse método para cálculo de volume em pacientes submetidos a enxerto de gordura na face<sup>14</sup>.

## **2 OBJETIVOS**

## **2.1 Primário**

Comparar o grau de concordância dos volumes entre as imagens tridimensionais obtidas por tomografia computadorizada com aquelas obtidas por fotogrametria em pacientes submetidos a enxerto autólogo de gordura no mento.

## **2.2 Secundário**

Analisar o ganho de volumétrico do mento no pós-operatório de 6 meses, determinando o aumento proporcional em relação ao volume inicial do mento e o percentual de retenção de gordura em relação ao volume enxertado.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

### **3.1 Mentoplastia de aumento**

No terço inferior da face, as dimensões do mento, como estrutura anatômica tridimensional, influenciam na aparência e harmonia geral da mesma. Assim, quando o mento é menor que o tamanho ideal, outras áreas da face parecem maiores e/ou desproporcionais. Se a projeção ou a largura do mento é inadequada, os tecidos moles adjacentes do pescoço e da mandíbula tendem a parecer mais senis<sup>3</sup>.

As quatro principais opções para aumentar o mento são: (1) colocação cirúrgica de um implante aloplástico, (2) osteotomia com avanço do mento, (3) aumento com cargas injetáveis e (4) aumento com gordura autóloga. Cada procedimento tem vantagens e desvantagens e a seleção do mais adequado deve se basear no tipo e extensão da deformidade<sup>3</sup>.

Nenhuma técnica de mentoplastia de aumento é considerada ideal e suas indicações variam conforme a necessidade de cada caso. Outros fatores que afetam a tomada de decisão cirúrgica são o viés profissional, a curva de aprendizado e a experiência do cirurgião. Cirurgiões plásticos e cirurgiões bucomaxilofaciais estão mais habituados a realizar osteotomias de avanço e colocação de implantes aloplásticos. Profissionais de outras especialidades como dermatologistas, utilizam a injeção local dos preenchimentos para esse tipo de correção. O profissional deve considerar as necessidades e expectativas

do paciente e oferecer o tratamento que agregue um aumento do mento com eficácia e segurança, considerando sempre os aspectos funcionais e estéticos<sup>3,15,16</sup>.

A restauração do contorno e volume facial por meio de preenchedores injetáveis (ácido hialurônico, metacrilato, hidroxiapatita de cálcio) e enxerto autógeno de gordura vem ganhando cada vez mais importância, pois são substâncias com menor risco de extrusão do produto, de rápida realização e que permitem retorno precoce ao trabalho<sup>8</sup>.

### **3.2 Enxerto autógeno de gordura no mento**

A gordura autógena enxertada é rica em componentes de matriz extracelular (colágeno, elastina, glicosaminoglicanos), fatores de crescimento e células-tronco derivadas de gordura, apresentando mínima imunogenicidade e com capacidade de induzir angiogênese e adipogênese, aumentando a taxa de retenção (TR) tecidual<sup>17</sup>. No entanto, poucos são os trabalhos que relatam o uso rotineiro e sistemático do enxerto autógeno de gordura para aumento do mento<sup>8,18-25</sup>.

Em 2017, Basile *et al.*<sup>8</sup> publicaram o primeiro estudo que analisou a taxa de retenção de gordura enxertada no mento. Esse estudo tratou 42 pacientes, cujos desfechos foram: analisar o aumento volumétrico do pogônio e aumento horizontal do mento na visão frontal. Para análise de volume foi utilizado a funcionalidade *Fiji*<sup>®</sup> (Fuji Corp., Tokyo, Japan) do programa de imagem *ImageJ*<sup>®</sup> (National Institutes of Health, Bethesda, Md, USA.)<sup>26</sup>. Basile *et al.*<sup>8</sup>

realizaram injeção média de 7,5 mL de gordura e, após 6 meses, o estudo demonstrou taxa de absorção de 17,7% em relação ao volume injetado.

Rohrich<sup>22</sup>, em 2018, publicou sua experiência com casos de lipoenxertia de mento, propondo um algoritmo indicado a pacientes portadores de assimetria de mento. Segundo o autor, pacientes portadores de assimetria mental que se beneficiam com um aumento da projeção do mento menor que 7 mm, apresentariam melhor resultado com a técnica de lipoenxertia. Pacientes portadores de projeção mental menor que 7 mm sem assimetria, poderiam ser submetidos a lipoenxertia e/ou prótese de mento. Já os casos que necessitam de aumento maior ou igual a 7 mm, a técnica indicada é a genioplastia de avanço ou prótese de mento, de acordo com a necessidade de ganho volumétrico e simetria.

Rohrich<sup>22</sup> ressaltou a factibilidade, reprodutibilidade e baixo custo da técnica, associada à uma boa satisfação dos pacientes, baixa taxa de complicações e possibilidade de mesma ser utilizada de forma adjunta a próteses e osteotomias, além de complementar o resultado de ritidoplastias e rinoplastias. Entretanto, o mesmo destaca o fato de sobrecorrigir até 50% em mulheres e 100% em homens, devido as taxas de reabsorção e a dificuldade em mensurar o volume integrado.

### **3.3 Métodos de imagem para avaliação da integração da gordura enxertada**

Existem diversos métodos capazes de avaliar a estrutura tridimensional dos objetos. Dentre eles, podemos diferenciar aqueles que emitem radiação (tomografia computadorizada padrão ou de feixes cônicos), daqueles que não emitem radiação (cefalometria 3D, topografia de Moiré, técnica por subtração de imagem, escaneamento de cristal líquido, escaneamento por iluminância, estereolitografia, escaneamento com laser 3D e monofotogrametria). Estes métodos utilizam diferentes tipos de tecnologias e instrumentos para fornecer medidas tridimensionais, como volume, superfície e profundidade, podendo comparar estas informações antes e depois dos procedimentos cirúrgicos, de maneira quantitativa e objetiva, minimizando viés por meio da sobreposição de imagens<sup>27-32</sup>.

Em 2013, uma revisão sistemática comparou as diferentes ferramentas para avaliação de volume após enxertos de gordura, agrupando oito métodos de avaliação de volume do enxerto de gordura no estudo. O mesmo ressaltou que a ressonância nuclear magnética (RNM) e a TC foram os métodos de maior acurácia e reprodutibilidade para avaliar volume<sup>33</sup>.

### 3.4 Avaliação por métodos radiológicos

Um dos primeiros estudos publicados utilizando TC para avaliação de enxerto de gordura analisou 52 hemifaces de 26 pacientes com HIV e lipoatrofia facial, submetidos à enxertia de gordura. A pesquisa realizou TC pré-operatória e pós-operatória em dois períodos (2 meses e 1 ano), observando um volume maior na área enxertada na primeira avaliação tomográfica (aumento de 1,33 cc;  $p < 0,001$ ) e ainda maior com 12 meses (aumento de 1,72 cc em relação ao volume inicial;  $p < 0,001$ )<sup>13</sup>.

Trabalho desenvolvido por Tanikawa *et al.*<sup>11</sup> em 2013 utilizou a TC para avaliar a taxa de retenção do enxerto de gordura em pacientes com microssomia, comparando enxertos puros com enxertos enriquecidos com fração vascular estromal (FVE). Os autores identificaram uma TR de 54% em pacientes com enxerto de gordura não enriquecido contra 88% do grupo com enxerto enriquecido com FVE, em uma avaliação no pós-operatório de 6 meses.

No mesmo ano, outro estudo reforçou os achados de Tanikawa *et al.*<sup>34</sup>, porém esse estudou utilizou a técnica de RNM para avaliar enxertos de gordura nos membros superiores, enriquecidos ou não com células-tronco derivadas de gordura (CTDG). Após seguimento de 6 meses, a TR no grupo sem enriquecimento foi de 16,3%, enquanto que no grupo com células-tronco foi de 80,9%, correspondendo a uma diferença de 64,6% ( $p < 0,0001$ ).

Em 2021, outro trabalho publicado avaliou a TR enxertando 20 pacientes que haviam sofrido trauma cranioencefálico ou apresentavam alguma deformidade pós-craniotomia/craniectomia.<sup>35</sup> O volume médio enxertado foi de 23,9 mL, os mesmos foram submetidos a TC pré e pós-operatória (3 semanas, 3 meses e 9 meses) e a taxa

de retenção foi de 63,3 %, não havendo associação entre TR e idade, sexo e índice de massa corpórea (IMC)<sup>35</sup>.

### **3.5 Avaliação por métodos fotográficos**

Apesar de eficaz e reproduzível, os exames radiológicos como TC e RNM têm um custo elevado, demandam agendamento do exame, tempo de realização do mesmo (com um tempo maior para a RNM), além da alta carga de radiação emitida pela TC, sendo inviável a realização de maneira rotineira e repetida no seguimento pós-operatório, como é necessário para o seguimento e avaliação das taxas de retenção de enxertos de gordura<sup>33</sup>.

Devido a essas desvantagens, surgiram outras alternativas para a obtenção de imagens capazes de auxiliar no planejamento e seguimento cirúrgico. Neste sentido, o desenvolvimento de modelos tridimensionais digitais da morfologia facial tornou-se uma alternativa. Essa técnica consiste na aquisição de uma imagem tridimensional a partir de um ou mais pares de fotografias, sendo o sufixo “fotogrametria” relacionado à possibilidade de se realizarem medidas na foto tridimensional<sup>36</sup>.

Thalman *et al.*<sup>37</sup>, em 1944, fizeram a primeira tentativa de capturar a superfície tridimensional da face, a qual também foi a primeira descrição de uso clínico da fotogrametria. O estudo foi realizado em um adulto com assimetria facial e uma criança com síndrome de Pierre Robin. Após duas fotografias tiradas a partir de dois pontos diferentes, as mesmas foram inseridas em um aparelho para desenhar mapas tridimensionais<sup>37</sup>. Em 1967, Burke e Beard aprimoraram o método, com câmeras mais simples e baratas, encurtando o tempo e utilizando um

sistema de sobreposição de imagens por planos<sup>38-41</sup>. Este método foi usado para avaliar deformidades faciais (fenda lábio-palatina), o estirão de crescimento em tecidos moles da face e para medir a face antes e depois de procedimentos cirúrgicos.<sup>28,38-42</sup>

Deacon *et al.*<sup>43</sup> aprimoraram a técnica em 1991, substituindo câmeras pré-calibradas por câmeras pareadas, oferecendo a vantagem de capturar imagens digitalizadas para análise tridimensional automática, encurtando o tempo para análise manual da fotogrametria. Em 1995 e 1996, Ras *et al.*<sup>44,45</sup> concluíram que este seria um método apropriado para o registro tridimensional, para quantificar e detectar alterações na morfologia facial.

Ladeira *et al.*<sup>46</sup> realizaram uma revisão sistemática, em 2013, para avaliar os métodos de fotogrametria já existentes e elencou as seguintes vantagens encontradas para seu uso: acurácia e precisão, rapidez e facilidade na aquisição de imagens, não invasivo, boa captura da cor e textura da pele, entre outras características morfométricas. A revisão desses autores demonstrou, entretanto, algumas desvantagens a serem levadas em consideração, como alto custo, pouca disponibilidade nos centros médicos naquele momento, necessidade de controle rigoroso da luminosidade local e pouca portabilidade das imagens obtidas.

### 3.6 Avaliação de volume facial por métodos fotográficos

No que diz respeito a aplicação desses métodos na avaliação da integração de gordura na face, em 2009, Meier *et al.*<sup>10</sup> publicaram um estudo utilizando a técnica de fotogrametria para avaliação do enxerto de gordura na face. Nessa pesquisa, os autores realizaram lipoenxertias no terço médio da face de 33 pacientes, enxertando um média de 10.1 mL e obtendo uma TR de 31,8% ( $p < 0,05$ ), realizando a captação de imagens pela câmera *Vectra*<sup>®</sup> (Canfield Scientific Inc, Fairfield, New Jersey).

Em 2013, foi publicado o primeiro estudo que avaliou enxerto de gordura em faces de crianças síndrômicas utilizando sobreposição de fotos, capturadas com câmera 3D *3dMDFace system*<sup>®</sup>, (3dMD, Londres, Inglaterra) as quais foram comparadas pelo programa *Surgicase*<sup>®</sup> (Materialise, Lovaina, Bélgica) para análise de volume, obtendo uma TR aos 6 meses de 36%, subindo para 40% com 1 ano de pós-operatório<sup>47</sup>.

Em 2014, Gerth *et al.*<sup>48</sup> realizaram estudo com 26 mulheres (52 hemifaces) submetidas à cirurgia de lipoenxertia na região malar/infraorbital, comparando gordura preparada com o *Puregrat*<sup>®</sup> (Cytori Therapeutics, San Diego, Califórnia) com a gordura centrifugada, utilizando imagens tridimensionais obtidas e reconstruídas com a câmera *Vectra*<sup>®</sup> (Canfield Scientific Inc, Fairfield, Nova Jersey).

Em 2015, Schendel *et al.*<sup>49</sup> utilizaram imagens tridimensionais captadas pela câmera *3dMD*<sup>®</sup> (3dMD Photogrammetric System, Atlanta, EUA) para avaliar a TR de gordura e comparar gordura enxertada sem enriquecimento com gordura enriquecida com FVE, identificando uma TR de 68% após 12 meses e menor reabsorção quanto mais células estromais existiam no lipoenxertado.

Ainda objetivando comparação de volumes entre pré e pós-operatório, em 2017, o *Vectra*<sup>®</sup> (Canfield Scientific Inc, Fairfield, Nova Jersey) foi utilizado para uma avaliação de diminuição de volume facial em um estudo que calculou a redução do volume de gordura após criolipólise em região submentoniana<sup>50</sup>.

No ano seguinte foi publicado o primeiro ensaio clínico randomizado comparando três diferentes técnicas de preparo de gordura e sua manutenção a longo prazo após enxertia na face, utilizando um escâner de luz estruturada *Artec Spider 3D*<sup>®</sup> (Artec 3D, Luxemburgo) para captura de imagens pré e pós-operatórias<sup>51</sup>.

Em 2018, foi validado o *Fuel3D Scanify*<sup>®</sup> (Fuel3D Technologies, Londres, Inglaterra) sistema de fotogrametria com duas câmeras e que permite reconstrução e análise das imagens pelo programa de imagem *3dMDVultus*<sup>®</sup> (3dMDvultus<sup>™</sup>, EUA), obtendo um coeficiente de correlação intraclasse (CCI) entre 0,8 a 0,9 (alta correlação) e utilizando para isso medidas lineares, angulares e distâncias tridimensionais da região nasal e perinasal<sup>52</sup>.

Ainda em 2018, uma revisão sistemática avaliou estudos que utilizaram a fotogrametria para mensuração de volume da anatomia externa da face, incluindo 27 artigos que utilizaram quatro equipamentos (*Vectra HI*<sup>®</sup>, *FaceScan 3D*<sup>®</sup>, *Di3D*<sup>®</sup> e *3dMDFace System*<sup>®</sup>)<sup>28</sup>. Nessa revisão, os autores concluíram que a fotogrametria é um método com boa acurácia e reprodutibilidade para medir distâncias e volumes na face, demonstrando que os sistemas *3dMD*<sup>®</sup>, *Vectra*<sup>®</sup> e *Di3D*<sup>®</sup> demonstraram, respectivamente, erro médio de 2%, 1,2% e 1% e coeficiente de reprodutibilidade de 0,80, 1 e 0,13%<sup>27,53</sup>. Nesse estudo, entretanto, não houve nenhum relato de imagens tridimensionais formadas a partir da captação com *smartphones*<sup>28</sup>.

### **3.7 Tecnologia e vantagens dos métodos de fotogrametria**

Esses equipamentos disponíveis no mercado apresentam características diferentes como: tecnologia (fotogrametria ativa ou passiva ou luz estruturada), tamanho reduzido (portabilidade), facilidade de uso, assistência técnica remota, tempo de calibragem, espaço útil necessário, número de pontos de captura e número de câmeras em cada ponto, captura em três ou quatro dimensões, captura de movimentos, fusão com a imagem de tomografia, tempo de captura (quanto maior o tempo de captura, maior o risco de artefatos de movimento), tempo de processamento, formato do arquivo, tamanho do arquivo reconstruído (qualidade), área de captura, possibilidade de análise e simulação e seguimento de tratamento, validade, precisão de medidas lineares, angulares, superficiais e volume, erro, acurácia, reprodutibilidade e confiabilidade<sup>28,29,42,54</sup>.

Além disso, outros fatores importantes são: ciclo de vida, necessidade de mão-de-obra treinada para operar, custo de compra e de manutenção, localização geográfica da empresa e seus consumidores, uso destes sistemas em prática clínica, número de consumidores e histórico da empresa<sup>28,29,42,54</sup>.

É importante ressaltar que quando se fala sobre os equipamentos de processamento de imagens, refere-se a parte física do sistema que realizará a captação de imagens. No entanto, o aparelho utilizado não é o único elemento a ser levado em conta na hora de avaliar a confiabilidade do método, pois há necessidade do uso de um programa para compactação e análise das mesmas, que deve ser de boa acurácia para avaliar as medidas lineares, angulares e volumétricas das imagens captadas<sup>40,55</sup>.

Em 2020, estudo publicado por Dornelles e Alonso<sup>14</sup> avaliou a alteração de volume tridimensional pela utilização de um expansor tecidual na região malar de nove cadáveres do Serviço de Verificação de Óbitos (SVO) de São Paulo. As imagens tridimensionais, do expansor vazio, e com 3 mL, 6 mL e 10 mL de insuflação, em cada lado da face dos indivíduos, foram capturadas pelo escâner *Artec 3D MHT*<sup>®</sup> (Artec 3D, Luxemburgo), gerando 72 malhas tridimensionais, e o programa de imagem gratuito, *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda), foi usado para avaliação das imagens. Os resultados demonstraram uma boa correlação entre o volume expandido e a medida volumétrica obtida pelo programa de imagem.

Percebe-se que pela vasta lista de opções de equipamentos e programas, a escolha de um sistema de imagem tridimensional a ser usado é pessoal, e depende do objetivo final de aplicação. Os aspectos citados anteriormente são levados em consideração nesta escolha, mas o que parece mais dificultar o uso desta nova tecnologia na atualidade, apesar de já ser validada, é, principalmente, o alto custo tanto dos equipamentos quanto do programa de reconstrução de imagem (USD 15.000 a 35.000)<sup>28</sup>, a necessidade de treinamento especializado para o uso destes sistemas, o espaço físico ocupado e a falta de portabilidade do equipamento<sup>54</sup>. Esta última foi resolvida a partir da criação de equipamentos portáteis, como o *VECTRA HI*<sup>®</sup> (Canfield Scientific, Inc., Fairfield, Nova Jersey, EUA), já validado para a face em alguns estudos, permitindo seu uso em situações clínicas que necessitam do transporte do equipamento<sup>54-57</sup>.

Recentemente, foi descrito um protótipo do uso da fotogrametria por celular, que por meio de um aplicativo denominado *Bellus3D*<sup>®</sup> (FaceApp, EUA), permitiu a criação de imagens tridimensionais para impressão de máscaras FFP2/3 personalizadas durante a crise de falta de máscaras disponíveis devido a pandemia de coronavírus. Os modelos tridimensionais para estes componentes individualizados foram baseados no escaneamento facial de cada sujeito, adquiridos por meio do uso de um *smartphone* com duas câmeras e um aplicativo de escaneamento de face e reconstruídos a partir de um programa de imagem gratuito (SolidWorks), sendo demonstrada uma alternativa acessível, de baixo custo e disponível mundialmente<sup>58</sup>.

Com a introdução de celulares com tecnologia avançada de captação de imagem (*smartphones*) de nova geração, amplamente disponíveis, com pelo menos duas câmeras e aplicativos adequados, as técnicas modernas de escaneamento tridimensional facial podem se tornar mundialmente disponíveis e com custo menor do que os métodos tradicionais de fotogrametria. O procedimento de escaneamento facial é seguro, não invasivo e sem contato físico entre o sujeito e o *smartphone*. Existem várias evidências na literatura da acurácia do escaneamento facial por fotogrametria, porém não há relato sobre a acurácia do escaneamento facial realizado com aplicativos de celular<sup>58</sup>.

Atualmente, não existe nenhum estudo que tenha comparado as malhas e volumes obtidos por meio de tomografia computadorizada com imagens obtidas por celulares de nova geração e reconstruídas com o programa de imagem *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda).

## **4 MÉTODOS**

#### **4.1 Tipo de estudo**

Este foi um estudo analítico de acurácia, prospectivo longitudinal realizado com os pacientes do ambulatório de cirurgia plástica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), após aprovação do comitê de ética em pesquisa do HC-FMUSP sob o registro 3.044.169 (Anexo A). Todos os pacientes foram incluídos após compreensão e assinatura do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) (Anexo B).

#### **4.2 Critérios de inclusão e exclusão**

A pesquisa foi desenvolvida no período de janeiro a dezembro de 2019 e os critérios de inclusão foram: pacientes de ambos os sexos, com idade variando entre 18 e 40 anos e que apresentavam deficiência na projeção do mento, preenchendo um dos dois critérios abaixo, conforme trabalhos de Guyuron<sup>6</sup>, Rohrich<sup>22</sup> e Naini<sup>59</sup>:

a) Pogônio posterior à linha de Riedel; linha que conecta a porção mais proeminente do lábio superior e inferior, devendo estar em contato com o Pogônio<sup>6,22</sup>.

b) Ângulo “LiaV-Pog”  $> 15^\circ$ ; ângulo formado por uma linha perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt tangenciando o ponto mais anterior do lábio inferior – “Lia” (LiaV – vertical) com uma linha que tangencia o ponto “Lia” e o Pogônio (linha Lia-Pog)<sup>59</sup>.

Foram excluídos pacientes com histórico de lipoenxertia prévia e má-oclusão dentária com indicação de cirurgia ortognática, pacientes tabagistas, além daqueles que não conseguiram seguir o cronograma de retorno e avaliação de pós-operatório do estudo, deixando de realizar TC e/ou fotografias para reconstrução tridimensional, pacientes gestantes ou em puerpério ou pacientes que planejavam engravidar ou se submeter a qualquer cirurgia de face em menos de um ano.

Também foram considerados critérios de exclusão pacientes com infecção ativa no local, alergia a qualquer das substâncias utilizadas nesse protocolo e participação em outro projeto de estudo até 30 dias antes do início deste projeto.

### **4.3 Preparo pré-operatório**

Todos os pacientes incluídos no estudo realizaram, 24 horas antes do procedimento cirúrgico, captação de imagem da face por meio de:

- Tomografia computadorizada;
- 26 fotografias padronizadas da face para reconstrução tridimensional, conforme protocolo preconizado em estudo prévio<sup>60</sup>, sendo:
  - 13 fotos na altura do rosto do paciente, partindo de um ângulo a 45° da linha média de um lado e direcionando-se até 45° do lado oposto;
  - 13 fotos nessa mesma semicircunferência e com angulação 35° para baixo.

## **4.4 Técnica cirúrgica**

### **4.4.1 Coleta de gordura**

Em todos os casos a área doadora utilizada foi a região infraumbilical do abdome, utilizando os dois quadrantes e todos os procedimentos foram realizados com sedação e anestesia local pelo mesmo cirurgião. Foi realizada infiltração anestésica padronizada contendo 20 mL de cloridrato de ropivacaína 7,5 mg/mL (Ropi<sup>®</sup>, Cristália, Brasil) + 20 mL de cloridrato de lidocaína 2% 20 mg/mL sem vasoconstritor (Xylestesin<sup>®</sup>, Cristália, Brasil) + 1 mL de epinefrina (Adren<sup>®</sup>, Instituto Vital, Brasil) em uma diluição de 1:200.000, utilizando cloreto de sódio 0,9%. Foi realizada infiltração tumescente de aproximadamente 100 mL a 120 mL. Após 10 minutos da infiltração anestésica foi realizada a coleta de gordura por lipoaspiração. A retirada foi feita com cânulas com diâmetro de 2 mm, ponta romba, com dois orifícios de 1 mm e auxílio de seringa de 10 mL, utilizando apenas a pressão do vácuo da seringa.

### **4.4.2 Preparo da gordura**

Lavagem e decantação: a gordura foi lavada apenas uma vez com cloreto de sódio 0,9% numa proporção de 1:1 para facilitar a decantação, a qual foi realizada por um período padronizado de 10 minutos (Figura 1). O infranadante e o sobrenadante foram desprezados e o volume final obtido foi transferido a seringas de 1 mL para injeção no mento (Figura 2) Não foi realizado fracionamento ou qualquer outro tipo de preparo da gordura.



**Figura 1 -** Seringas de 10 mL com gordura aspirada e lavada com cloreto de sódio 0,9% (proporção de 1:1) decantada por 10 minutos, com infranadante e sobrenadante visíveis



**Figura 2 -** Transferência de gordura da seringa de 10 mL para seringas de 1 mL

#### 4.4.3 Enxertia de gordura

A enxertia de gordura foi realizada de maneira padronizada em todos os pacientes, baseada nos trabalhos de Wang<sup>23</sup>, Basile<sup>8</sup> e Rohrich<sup>22</sup>.

Foram definidos três pontos para incisão puntiforme de 1 mm:

- a) Sulco submental;
- b) 1 cm ínfero-lateral às comissuras orais, bilateralmente.

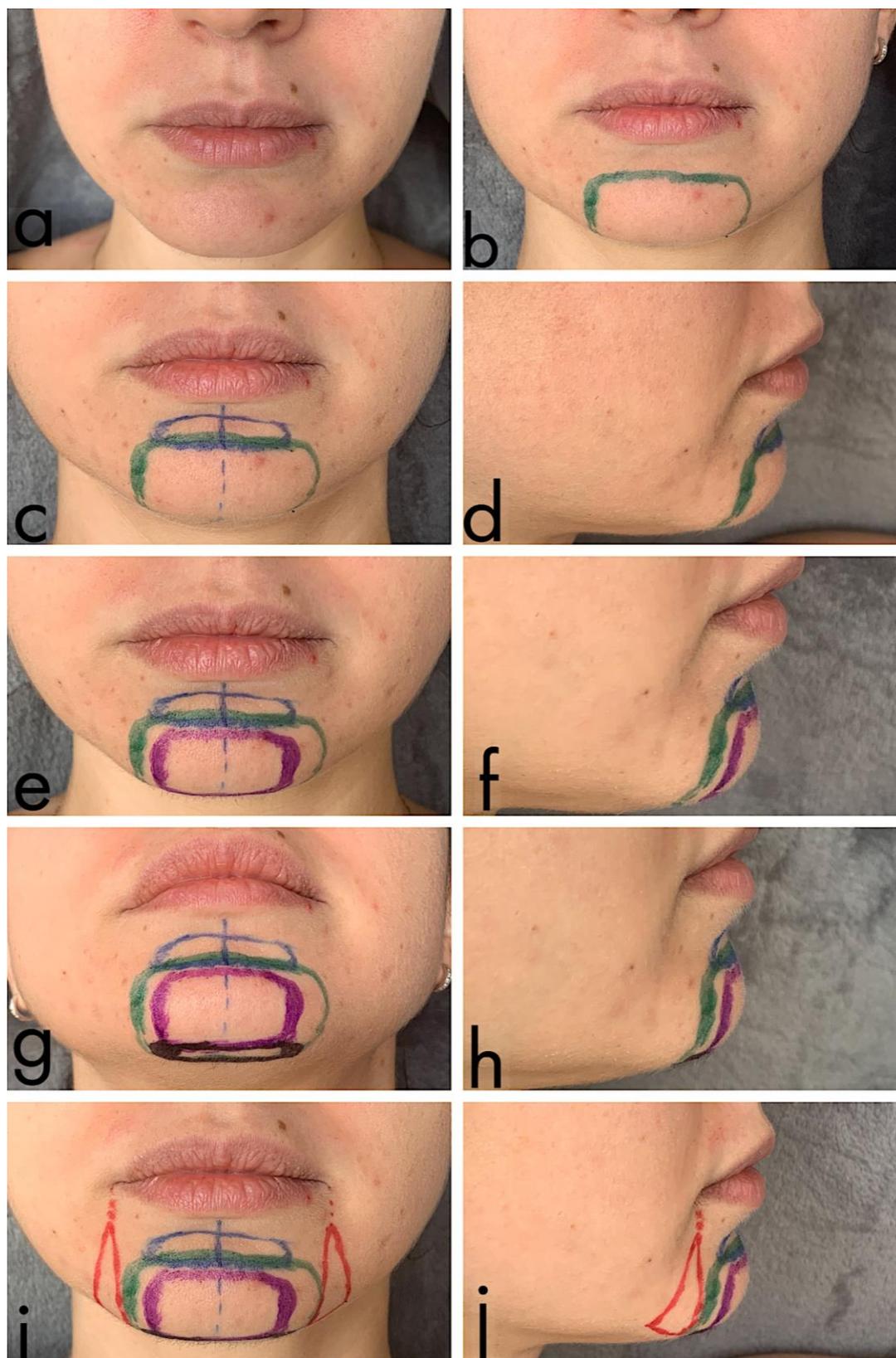
Foram definidos dois planos de injeção:

- a) Supraperiosteal;
- b) Coxins gordurosos (subcutâneo);

Foram definidas cinco áreas de enxertia, conforme a Figura 3:

- a) Área 1 = MP – mento profundo – injeção supraperiosteal - topografia entre o sulco lábio-mental e o gnátio (na visão de perfil) (Figura 3b).
- b) Área 2 = MS1 – mento superficial 1 – subcutâneo, topografia do sulco lábio-mental (Figura 3c-d).
- c) Área 3 = MS2 – mento superficial 2 – subcutâneo, topografia entre o sulco lábio-mental e o ponto de projeção do gnátio (na visão de perfil) (Figura 3e-f).
- d) Área 4 = MS3 – mento superficial 3 – subcutâneo, topografia entre o gnátio e o mento (na visão de perfil) (Figura 3g-h).
- e) Área 5 = MS4 – mento superficial 4 – subcutâneo, triângulo formado entre o ponto da comissura oral, sulco pré-jowl, borda da mandíbula e linha e marionete (Figura 3i-j).

O padrão de injeção da gordura foi “em leque”, para melhor distribuição da mesma, não sendo preconizado realização de bolus em nenhum dos pontos. Para realizar enxertia foi utilizada cânula com diâmetro de 0,9 mm e seringas de 1 mL. A primeira área a ser enxertada foi a região MP, seguindo-se pelas regiões MS1 (que visa correção do sulco lábio-mental afundado), MS2 (que visa o ganho de projeção) e MS3 (que visa o aumento vertical do mento, quando necessário). A última área é a região MS4, cujo objetivo é melhorar a transição entre mento e corpo da mandíbula, permitindo ainda aumentar a largura do mento na visão frontal.



**Figura 3 -** Esquema da demarcação da lipoenxertia. a) paciente sem demarcação; b) paciente com demarcação da área MP em verde; c-d) Demarcação da área MS1 em azul; e-f) Demarcação da área MS2 em roxo; g-h) Demarcação da área MS3 em preto; i-j) Demarcação da área MS4 em vermelho

O volume enxertado foi individualizado caso a caso, até obter melhora na projeção e contorno do mento, conforme a necessidade de cada paciente, visando atingir o equilíbrio dos terços da face e da relação do lábio superior e inferior com o mento, conforme citados nos critérios de inclusão, não havendo, portanto, volume fixo pré-definido.

As incisões foram fechadas com sutura simples, pontos separados com fio de poliamida 6-0 (Mononylon, Ethicon<sup>®</sup>, EUA).

#### **4.5 Pós-operatório**

Os pacientes foram acompanhados no pós-operatório com retornos em 1 semana, 2 semanas, 1, 3 e 6 meses, avaliando o resultado e a ocorrência de complicações. Com 6 meses de pós-operatório, todos os pacientes foram novamente submetidos à:

- Tomografia computadorizada da face;
- 26 fotografias padronizadas, para reconstrução tridimensional, conforme protocolo previamente padronizado<sup>60</sup>.

#### **4.6 Dados epidemiológicos e cirúrgicos**

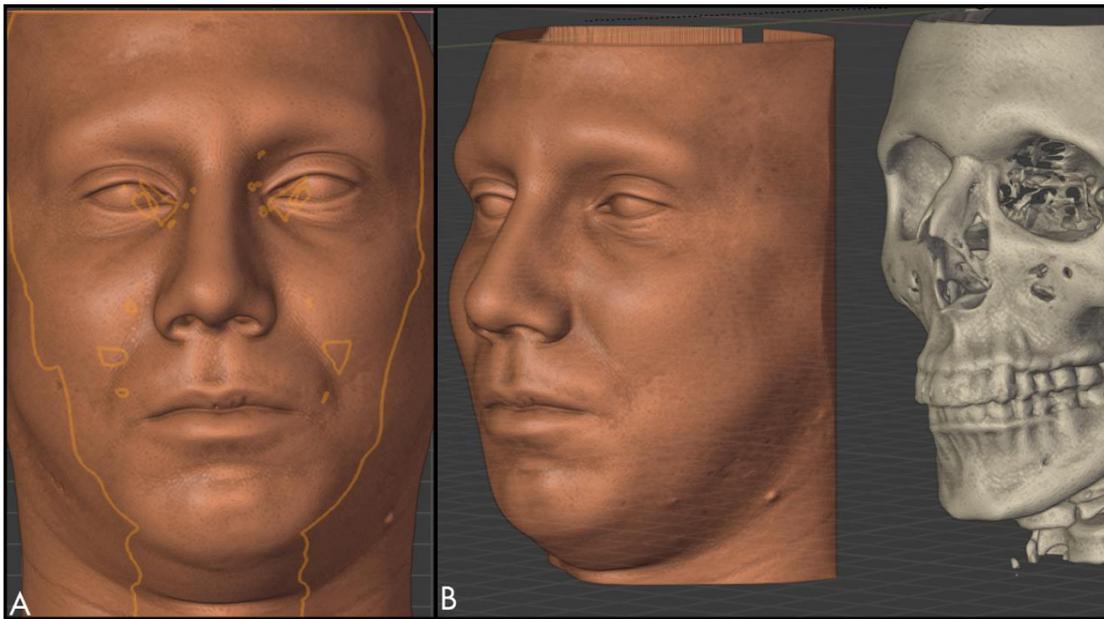
De cada paciente incluído foram registradas as seguintes características pré-operatórias e intraoperatórias: gênero, idade, comorbidades, IMC, tabagismo, volume aspirado do abdome, volume obtido ao final da decantação e volume lipoenxertado.

## **4.7 Técnicas de captação de imagens da face**

### **4.7.1 Tomografia computadorizada – captura de imagem e reconstrução da imagem tridimensional**

Os exames de TC foram realizados no aparelho tomógrafo multidetector com 64 fileiras de detectores do modelo *GE Lightspeed*<sup>®</sup> 64 slice CT (General Eletrics, EUA) seguindo o protocolo habitual de face do serviço do InRad, HC-FMUSP, com aquisição sem uso de contraste endovenoso e com cortes finos de 0,625 mm de espessura, que permitem reconstruções tridimensionais isotrópicas. Os exames foram realizados no momento zero (dia anterior ao procedimento cirúrgico) e momento 1 (6 meses de pós-operatório).

A metodologia de reconstrução de imagem tridimensional utilizando a TC consistiu das seguintes etapas: inicialmente foi utilizado o programa de imagem *Philips Isite*<sup>®</sup> (Philips, Amsterdã, Holanda) para visualização do exame de TC em múltiplos planos (sagital, axial e coronal). Posteriormente, foi realizada segmentação das imagens de interesse utilizando o programa de imagem *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda), no qual é possível separar partes moles dos elementos ósseos da face, baseando-se na diferença de densidade desses tecidos, de tal forma que apenas a reconstrução de partes moles foi mantida para estudo (Figura 4).



**Figura 4 -** Reconstrução tridimensional da tomografia computadorizada de face. **A:** Sobreposição de partes moles e partes ósseas; **B:** segmentação e separação de partes moles e partes ósseas

#### **4.7.2 Fotogrametria - captura de imagem pelo smartphone e reconstrução da imagem tridimensional pelo software *Blender*®**

O registro fotográfico foi realizado pelo mesmo pesquisador em todos os pacientes e em ambos os momentos de captura (momento 0 – pré-operatório - e momento 1 - pós-operatório de 6 meses) utilizando um smartphone *Iphone XR*® (Iphone, Apple, EUA). Para captura das imagens, o pesquisador distava 70 cm de distância do paciente, segundo protocolo de fotogrametria<sup>60</sup>, realizando um total de 26 fotos, organizadas conforme o esquema abaixo (Figura 5):

- 13 fotos no nível 1: altura da face do paciente, partindo de um ângulo a 45° da linha média de um lado direcionando-se até 45° do lado oposto;
- 13 fotos no nível 2: nessa mesma semi-circunferência e com angulação 35° para baixo.

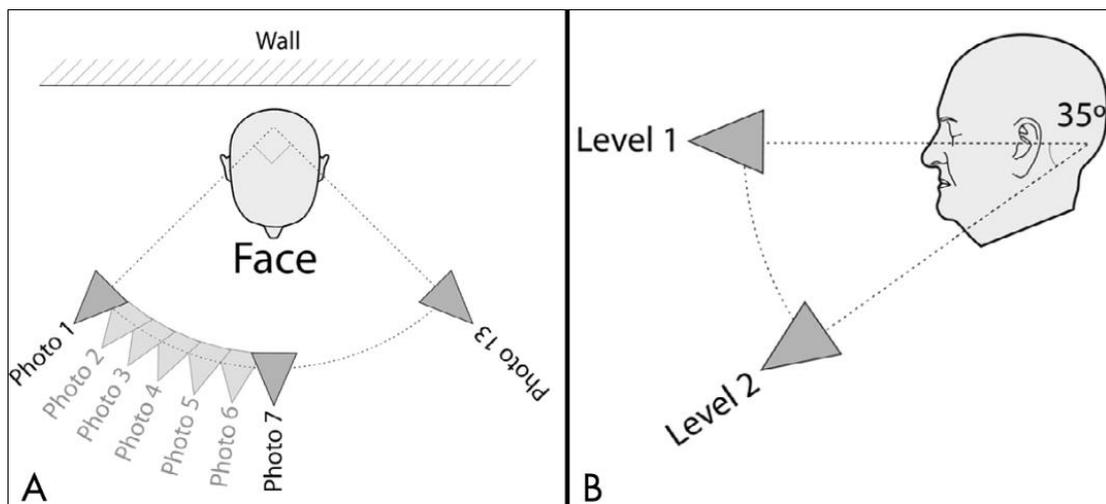
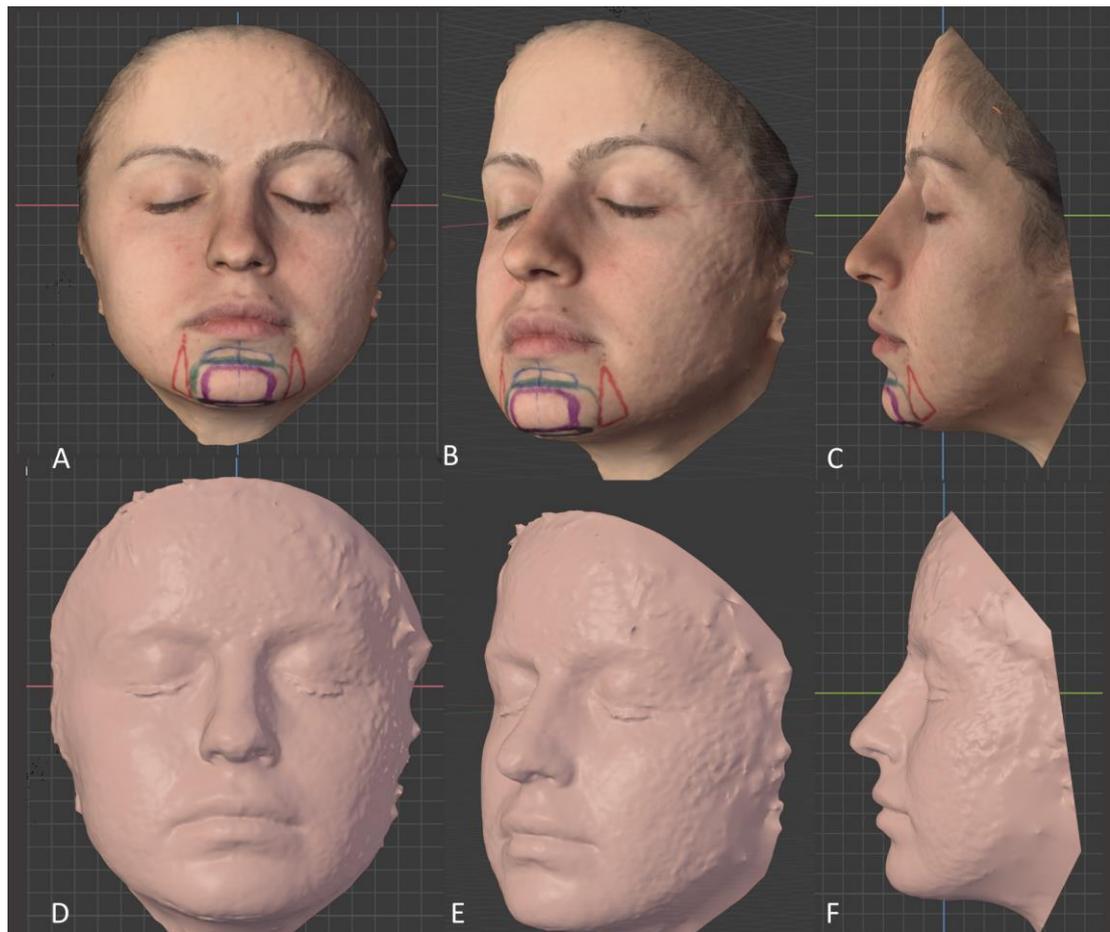


Figura 5 - Protocolo de captura de imagem com smartphone para reconstrução de fotogrametria no *Blender*<sup>®</sup>; A) Vista superior; B) Vista lateral. (retirado do protocolo<sup>60</sup>)

As imagens captadas pelo *smartphone* foram reconstruídas a partir do programa de imagem *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda), o qual é gratuito e permite a criação de uma malha tridimensional. Para o processo de reconstrução, o programa de imagem agrupa as 26 fotografias, fazendo uma sobreposição e reconstrução alinhada das mesmas. Após a reconstrução, a malha é alinhada nos eixos X, Y e Z, além de ser colocada em escala, baseando-se na medida intercantal lateral, a qual foi previamente realizada no paciente e também medida na TC.

A malha reconstruída pôde ser mantida com textura ou sem a textura, conforme imagem abaixo (Figura 6).

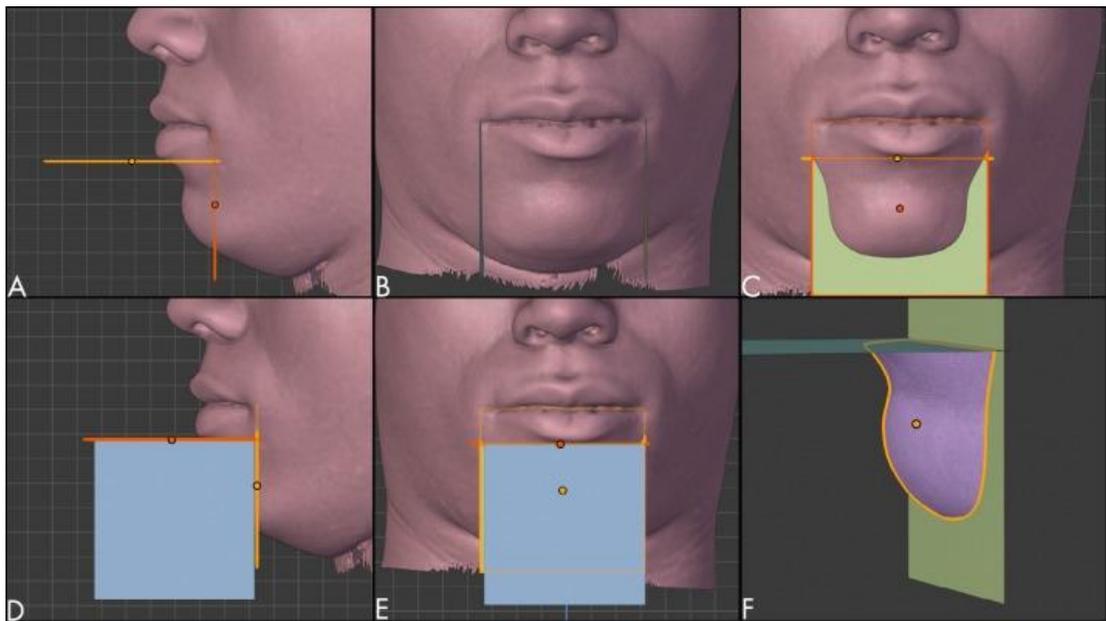


**Figura 6 -** Reconstrução de imagens pelo programa de imagem *Blender*<sup>®</sup>. A-C: reconstrução em vista frontal,  $\frac{3}{4}$  e perfil com textura de pele; D-F: reconstrução em vista frontal,  $\frac{3}{4}$  e perfil sem a textura de pele

#### **4.8 Comparação de imagens pré e pós-operatórias – Tomografia computadorizada e fotogrametria**

A avaliação da diferença de volume no mento entre as imagens pré e pós-operatórias foi realizada, tanto nas imagens da TC quanto da fotogrametria, utilizando o programa *Blender*<sup>®</sup> (Blender, Blender Foundation, Amsterdã, Holanda), utilizando a funcionalidade “*Ortog On Blender*<sup>®</sup>” e realizando a sobreposição de imagens para perfeito alinhamento.

Inicialmente, foram definidos os pontos de referência para realização dos planos de corte do mento. Na visão frontal, foram traçadas duas linhas verticais paralelas, tangenciando as comissuras orais. Na visão de perfil, foram traçadas duas linhas: uma vertical, perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt e tangenciando a comissura oral e outra linha perpendicular a esta, acima do sulco lábiomental. Dessa forma, foi criado o plano de corte, definindo a área do mento que seria calculado o volume (Figura 7).



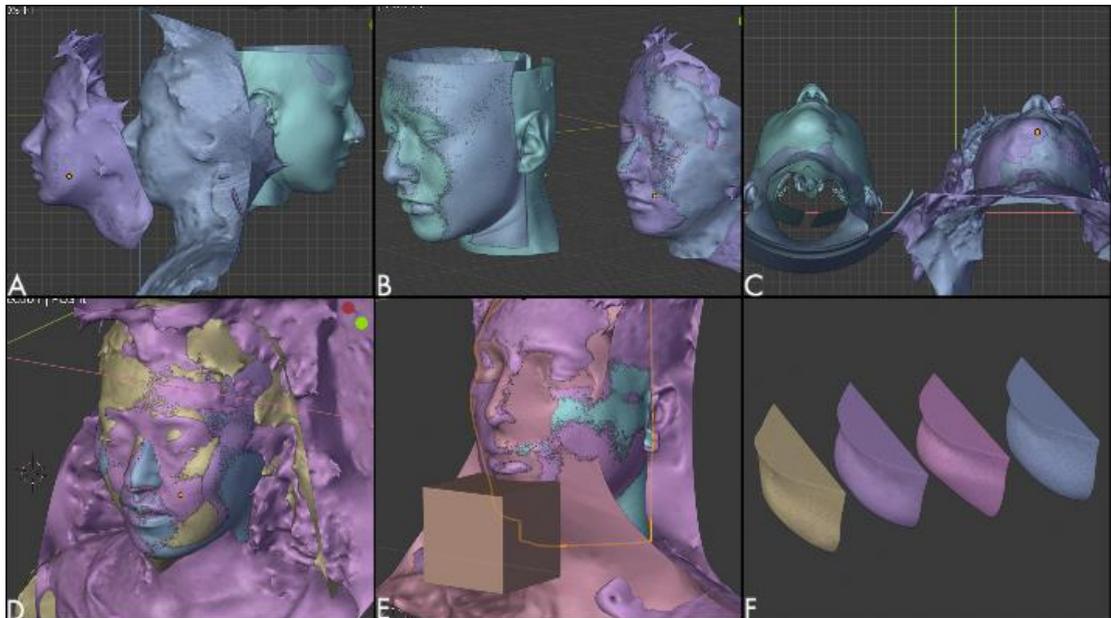
**Figura 7 - Reconstrução tridimensional de partes moles da tomografia computadorizada pré-operatória demonstrando os planos de corte criados: A: perfil - duas linhas, sendo uma vertical, perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt e tangenciando a comissura oral e outra linha perpendicular a esta, acima do sulco lábio-mental; B: frontal - duas linhas verticais paralelas, tangenciando as comissuras orais; C: plano de corte pela junção das duas linhas; D-E: colocação do cubo virtual para intersecção e obtenção do volume do mento; F: reconstrução tridimensional do mento para cálculo de volume**

Posteriormente, as quatro reconstruções (fotogrametria pré-operatória, fotogrametria pós-operatória, TC pré-operatória e TC pós-operatória) foram alinhadas e sobrepostas, utilizando pontos de referência como canto medial e canto lateral dos olhos, arco do cupido do lábio superior e comissuras orais.

Após a sobreposição e alinhamento das imagens pré e pós-operatórias, os volumes foram calculados separadamente. Para isso, um cubo virtual foi adicionado à área delimitada previamente, realizando-se uma intersecção face-cubo, gerando um mento tridimensional, o qual teve seu volume calculado pelo próprio programa. Esse processo foi realizado de forma idêntica para as imagens pré-operatórias e pós-operatórias, tanto da tomografia quanto da fotogrametria (Figura 8). Os dados de

volume foram anotados em planilha que continha os demais dados de cada paciente.

Todos os cálculos de volume foram realizados pelo pesquisador principal.



**Figura 8 -** Reconstrução tridimensional de partes moles da tomografia computadorizada e da fotogrametria pré e pós-operatória. A-C: processo de alinhamento e sobreposição de imagens, visão de perfil, oblíqua e basal; D: alinhamento das 4 imagens reconstruídas; E: intersecção do cubo virtual com a imagem tridimensional na área previamente delimitada; F: reconstrução tridimensional do mento para cálculo de volume: fotogrametria pré (amarelo) e pós-operatório (roxo) e tomografia computadorizada pré (rosa) e pós-operatório (azul)

O ganho de volume ao final de 6 meses foi definido pelo cálculo (“volume do mento pós” - “volume do mento pré”) e este cálculo foi realizado para todos os pacientes, tanto das imagens geradas por tomografias quanto por fotogrametrias.

O volume final foi comparado ao volume enxertado, gerando um valor percentual do volume final. A seguir foi realizada a comparação dos valores dos volumes pré-operatórios, pós-operatórios, diferenças de volumes e diferença dos valores percentuais obtidos da TC com fotogrametria, buscando avaliar a acurácia da fotogrametria para cálculo de volume em relação a tomografia computadorizada.

Em resumo, o desenho deste estudo permitiu definir:

- Volume do mento pré e pós-operatório – imagens de TC;
- Volume do mento pré e pós-operatório – imagens de fotogrametria;
- A diferença de volume do mento calculada pela tomografia computadorizada;
- A diferença de volume do mento calculada pela fotogrametria;
- A comparação dos resultados de ambas as técnicas de cálculo de volume e determinação da acurácia da fotogrametria, levando em consideração a TC como padrão-ouro para o cálculo de volume neste trabalho.
- Percentual de retenção de gordura em relação ao volume enxertado;
- Aumento de volume (absoluto e relativo) em relação ao volume inicial do mento.

## **4.9 Estatística**

### **4.9.1 Cálculo do tamanho da amostra**

Baseado no estudo de Basile *et al.*<sup>8</sup>, foram adotados os parâmetros para cálculo amostral. Considerando-se  $\alpha$  de 5% e poder de estudo de 80%, chegou-se ao cálculo de amostra de 33 pacientes, sendo considerada uma possível perda de seguimento de 15% ao longo do período do estudo. Assim o tamanho da amostra resultou em 40 participantes.

#### 4.9.2 Análise estatística

Foi realizada análise descritiva das variáveis idade, sexo, IMC, volume aspirado, volume decantado, volume enxertado, volume pré-operatório calculado na TC e na fotogrametria e volume pós-operatório calculado na TC e na fotogrametria.

Para análise do grau de concordância da fotogrametria em relação à tomografia computadorizada, foram utilizadas três medidas: comparação das medidas pré-operatórias de ambos os métodos, comparação das medidas pós-operatórias de ambos os métodos e a diferença de volume (pré e pós-operatório) obtida em ambos os métodos – nessa diferença foi utilizado o coeficiente de Kappa.

Foram utilizados testes não-paramétricos, que são mais adequados para variáveis que não possuem distribuição normal, como no caso dos dados acima. Para esses cálculos, foi utilizado o Teste de Wilcoxon ranqueamento de sinais (Wilcoxon signed-Rank). Considerou-se  $p$  de alfa de 5% e poder de estudo de 80%. Para análise estatística foi utilizado o programa estatístico Stata versão 14<sup>61</sup>.

## **5 RESULTADOS**

## 5.1 Dados demográficos

Foram analisados 46 pacientes no período de janeiro a dezembro de 2019. Seis pacientes foram excluídos do estudo pelos seguintes motivos: um paciente mudou de cidade e perdeu seguimento; uma paciente engravidou no 3º mês de pós-operatório e não pôde realizar TC de controle de 6 meses; quatro pacientes não conseguiram realizar TC de controle na data exata de 6 meses, sendo três desses durante a pandemia de COVID-19. Assim, a amostra final deste estudo consistiu em 40 pacientes, sendo 30 mulheres (75%) e 10 homens (25%).

As características da população e do volume de gordura utilizado no estudo estão demonstradas na Tabela 1.

**Tabela 1 - Características demográficas da população de estudo e da gordura utilizada.**

Variável (n = 40)	Mediana (IIQ*)
Idade (anos)	26,5 (20-31)
Índice de massa corpórea (kg/m <sup>2</sup> )	23,61 (21,85-25,1)
Volume Aspirado (mL)	30 (25-35,75)
Volume decantado (mL)	15 (13-18)
Volume enxertado (mL)	10 (8-12,25)

\* IIQ intervalo interquartil

## 5.2 Quantificação volumétrica – grau de concordância entre tomografia computadorizada e fotogrametria.

Os dados obtidos por meio dos cálculos de volume do mento, pela tomografia computadorizada e fotogrametria, nos momentos pré e pós-operatório, mostram que o volume observado na fotogrametria pré-operatória apresenta uma mediana de 12,01 mL contra 12,48 mL da TC, enquanto no pós-operatório o volume é de 14,94 mL na fotogrametria e 15,54 mL na TC (Tabela 2).

**Tabela 2 - Descrição dos volumes calculados pela técnica de fotogrametria e tomografia computadorizada nos momentos pré e pós-operatórios.**

Método (n = 40)	Volume Pré-operatório (mL) (mediana - IIQ)	Volume Pós-operatório (mL) (mediana - IIQ)
Fotogrametria	12,01 (9,23-16,56)	14,94 (12,08-19,05)
Tomografia computadorizada	12,48 (10,01-17,11)	15,54 (12,87-19,63)

\* IIQ intervalo interquartil.

Ao comparar os volumes obtidos pela técnica de TC e fotogrametria, houve diferença estatisticamente significativa entre os volumes pré-operatórios e os volumes pós-operatórios ( $p < 0,001$  e  $p < 0,001$ , respectivamente) (Tabela 3). Em contrapartida, quando avaliada a diferença de volume (delta-volume) entre os dois métodos, não houve diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,87$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Cálculo das diferenças de volume do mento calculadas por TC e fotogrametria**

Volumes (mL)	Diferenças de volume (mediana - IIQ*)	P
Volume TC Pré (-) Volume FTG Pré	0,8 (0,22-1,24)	< 0,001
Volume TC Pós (-) Volume FTG Pós	0,72 (0,26-1,22)	< 0,001
Delta Volume TC (-) Delta Volume FTG	0,29 (0,12-0,66)	0,87

\* IIQ intervalo interquartil.

### 5.3 Quantificação volumétrica – ganho volumétrico, aumento proporcional e taxa de retenção

A mediana do delta-volume (volume *pós* subtraído o volume *pré*) foi de 2,92 mL pela fotogrametria ( $p < 0,001$ ) e 2,79 mL pela tomografia computadorizada ( $p < 0,001$ ), sendo ambas as diferenças estatisticamente significativas entre o pré e pós-operatório (Tabela 4).

Quando realizada a razão do volume *pós* pelo volume *pré*, foi obtido um valor de 1,23 pela fotogrametria (aumento de 23% de volume) e de 1,21 pela tomografia (aumento de 21% de volume) (Tabela 4).

**Tabela 4 - Descrição das diferenças de volumes e das razões de volumes (pré e pós-operatórias) pela fotogrametria e pela tomografia computadorizada**

Volume (mL)	Fotogrametria (mediana – IIQ*)	Tomografia Computadorizada (mediana – IIQ*)
Volume Pós (-) Volume pré (mL)	2,92 (2,13-3,54)	2,79 (2,21-3,35)
Volume Pós/Volume Pré	1,23 (1,18-1,30)	1,21 (1,16-1,26)

\* IIQ intervalo interquartil.

Quando se fez a comparação entre o delta-volume mensurado por cada técnica e o volume enxertado em cada paciente, conseguiu-se estimar a taxa de retenção da gordura enxertada, sendo a mediana de 30,44% quando calculada pela técnica de fotogrametria e de 29,98% quando avaliada pela técnica de TC, não havendo diferença entre as técnicas para esse cálculo ( $p = 0,952$ ) (Tabela 5).

**Tabela 5 - Porcentagem de retenção de volume no mento em relação ao volume enxertado**

Volume (%)	Fotogrametria (mediana - IIQ*)	Tomografia Computadorizada (mediana - IIQ*)	P
Retenção de volume (%)	30,44 (21,1-35%)	29,98 (21,3-33,3%)	0,952

\* IIQ intervalo interquartil.

Em ambos os métodos (TC e fotogrametria) não houve diferença de volume estatisticamente significativa ao correlacionar o delta-volume com idade (TC  $p = 0,43$  e FTG  $p = 0,12$ ), sexo (TC  $p = 0,089$  e FTG  $p = 0,508$ ) e IMC (TC  $p = 0,88$  e FTG  $p = 0,4$ ) dos pacientes.

## **6 DISCUSSÃO**

O desfecho primário desta pesquisa (volume do mento no período pré e pós-operatório) mensurou a acurácia da fotogrametria tridimensional obtida pelas imagens captadas por telefones celulares em relação àquelas obtidas por tomografia computadorizada (TC). Este estudo demonstrou diferença entre o grau de concordância das medidas obtidas pela fotogrametria tridimensional e tomografia computadorizada ao se analisar o volume do mento pré e pós-operatório.

Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa no grau de concordância das medidas obtidas pela fotogrametria tridimensional e tomografia computadorizada ao se analisar a variação de volume entre pré e pós-operatório.

O fato deste estudo não ter demonstrado concordância entre os dois métodos de mensuração levanta as hipóteses para esse achado, sendo o posicionamento do paciente durante a captação das imagens um fator relevante. Na tomografia computadorizada o paciente é analisado em decúbito dorsal horizontal enquanto na fotogrametria tridimensional o paciente é avaliado em posição ortostática, sendo essa última a posição ideal para programação e análise dos resultados, por ser analisado em posição anatômica. Ainda, devido à diferença de posicionamento do paciente durante a análise, o volume subestimado na fotogrametria pode estar relacionado à posição ortostática, o que poderia permitir menor captação da luz e da imagem (mesmo com iluminação apropriada) na região inferior do mento, levando a esse volume subestimado.

Outro fator a ser atribuído à essa diferença de posição na obtenção das imagens seria a influência do grau de relaxamento/contração da musculatura da face do paciente associado ao efeito da gravidade. O posicionamento em decúbito dorsal poderia levar a um maior grau de relaxamento durante a TC, com menor contração muscular da região mentoniana e conseqüentemente maior volume captado pelo método de imagem.

Uma possível alternativa para se corrigir essa diferença seria o uso de um guia oclusal, tanto na hora da captação das fotos bem como na tomografia computadorizada. Esta medida poderia minimizar os efeitos da contração da musculatura e até padronizar a posição de maxila e mandíbula entre os diferentes momentos de captação de imagem. Outra alternativa que poderia auxiliar na captação de imagens na fotogrametria seria a construção de um suporte facial que permitisse a captação das 26 fotos em ângulos ideais sem a influência e/ou interferência dos efeitos de luz e sombra.

Ainda em relação ao posicionamento do paciente, foi realizado estudo piloto no qual a aquisição das imagens obtidas por fotogrametria foi realizada em decúbito dorsal horizontal, mas, neste estudo piloto observou-se que a captação da luz era prejudicada pela posição do celular frente à face. Outro fator a ser considerado foi a dificuldade em manter a distância focal ideal entre o aparelho celular e a face para captação adequada das imagens.

Recentemente, Zhao *et al.*<sup>62</sup> compararam a acurácia entre fotogrametria tridimensional e tomografia computadorizada facial. Esses autores demonstraram acurácia das medidas lineares faciais entre essas duas técnicas. Porém, o mesmo estudo não analisou a face real dos pacientes, utilizando imagens obtidas por

máscaras de cera de 60 pacientes portadores de deformidades faciais. Acredita-se que ao confeccionar uma máscara de cera de cada paciente, o objetivo do exame mostrou-se inadequado por incluir mais vieses na análise, como análise de um desfecho intermediário (a máscara não reproduz o tônus muscular e o posicionamento anatômico).

A diferença de volume do mento analisado pelos dois métodos de imagem neste estudo, tanto no pré-operatório quanto no pós-operatório (0,8 mL;  $p < 0,001$  e 0,72 mL;  $p < 0,001$ , respectivamente), demonstrou diferença estatística significativa, como citado anteriormente.

Ao analisar o volume pré-operatório do mento, o volume mensurado pela fotogrametria (12,01 mL) foi menor ao se comparar com o valor obtido pela TC (12,48 mL). No período pós-operatório, a fotogrametria mensurou 14,94 mL, enquanto a TC mensurou 15,54 mL. Embora a diferença seja mínima, este estudo demonstrou que a fotogrametria subestima o volume mensurado da região mental quando comparada à TC (método padrão-ouro).

Porém, ao analisar a variação do volume (delta-volume) obtido ao se realizar a lipoenxertia pelo método da fotogrametria e TC, este estudo não demonstrou diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,87$ ), sendo a diferença volumétrica entre os métodos de apenas 0,29 mL (mediana). De fato, na prática clínica do cirurgião plástico, o principal objetivo com a mentoplastia é o ganho da projeção e do volume do mento, sendo essa avaliação tridimensional importante para planejamento e análise do resultado junto ao paciente. Desta forma, a fotogrametria atenderia esses objetivos.

Em 2016, Dindargolu *et al.*<sup>63</sup> avaliaram a acurácia de reconstruções 3D obtidas através do método fotográfico 3dMDflex System<sup>®</sup> (3dMD, Atlanta, EUA) comparando com medidas lineares diretas (cefalometria), não havendo diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos, sendo de apenas 0,21 mm a maior diferença entre as medidas diretas e a fotogrametria<sup>63</sup>. Os autores realizaram a captação das imagens pela compilação de cinco fotos dos mesmos pacientes (sem anomalias faciais) e compararam com medidas diretas (realizadas com régua na face dos pacientes), demonstrando acurácia na reconstrução da malha tridimensional, com possíveis falhas apenas na região próximo às orelhas. Porém, diferente do presente estudo, a comparação se limitou apenas às medidas lineares (bidimensional) realizadas na malhas 3D, não realizando o cálculo volumétrico da face. Isto posto, esse trabalho comprovou a acurácia da fotogrametria apenas para medidas lineares, mesmo que utilizando outro aparelho de captação tridimensional.

Em estudo previamente publicado por Dornelles e Alonso<sup>14</sup>, os autores avaliaram o ganho de volume tridimensional da região malar de nove cadáveres (18 hemifaces) por meio do uso de expansor tecidual subcutâneo. As imagens 3D relacionadas ao volume do expansor vazio e com 3 mL, 6 mL e 10 mL de insuflação, em cada lado da face dos indivíduos, foram capturadas pelo escâner Artec 3D MHT<sup>®</sup> (Artec 3D, Luxemburgo), gerando 72 malhas tridimensionais. A seguir, essas imagens foram transferidas para o programa *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda), que realizou a reconstrução das imagens. Os resultados demonstraram uma boa acurácia entre o volume expandido e a medida volumétrica obtida pelo programa de imagem, não havendo diferença estatística e sugerindo que o programa *Blender*<sup>®</sup> (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda) permite uma

reconstrução fidedigna no caso estudado e com boa acurácia para volume quando comparado com o escâner de luz estruturada.

Em 2019, Hussien *et al.*<sup>64</sup> compararam fotogrametrias obtidas por câmeras digitais manuais Nikon D5200 (Nikon, Tóquio, Japão) com reconstruções obtidas por tomografias, avaliando apenas medidas lineares da mão e da cabeça de um manequim. Para a reconstrução da malha da fotogrametria da câmera digital foi utilizado o programa de imagem PhotoScan<sup>®</sup> (Agisoft, São Petersburgo, Rússia), enquanto para as reconstruções das imagens TC, foi utilizado o 3D Slicer<sup>®</sup> (Slicer, Cambridge, EUA). A pesquisa concluiu que para análise frontal da face, houve diferença estatisticamente significativa nas medidas lineares entre os métodos, mas essa diferença não foi observada nas medidas da posição lateral da face (esquerda e direita) bem como nas medidas da mão. Analisando esse estudo e comparando com a presente pesquisa, os dados corroboram com a hipótese de que a diferença estatística entre medidas de fotogrametria e tomografia computadorizada na posição frontal da face ocorrem devido a diferença da captação e contraste de luz e sombra que os múltiplos relevos faciais produzem. Essa diferença claro/escuro poderia alterar a acurácia da captação de imagens por aparelhos celulares ao se comparar à TC.

Outro estudo realizado por Mai e Lee<sup>65</sup> comparou reconstruções 3D da face e arcada dentária superior obtidas por aparelhos celulares com aquelas obtidas por fotogrametria por meio de um sistema de captação de imagens Canon<sup>®</sup> (Canon Corp. Tóquio, Japão). Esses autores avaliaram medidas lineares da face (2D), sem avaliar volume e como conclusão demonstraram diferença estatística ao se comparar a arcada dentária superior utilizando os métodos supracitados, mas não houve diferença quando avaliados os pontos da face periorais, sugerindo maior precisão da

fotogrametria realizada com celular para avaliação de medidas lineares da face em relação aos dentes.

O achado do estudo acima sugere que a fotogrametria obtida a partir de celulares é uma boa opção para avaliar medidas lineares da face, especialmente se realizados pontos de marcação fixos na mesma (como os periorais), para guiar as medidas realizadas<sup>65</sup>.

Em 2021, Farook *et al.*<sup>66</sup> analisaram a arcada dentária superior e compararam a reconstrução digital 3D obtida por laser associado à reconstrução por aparelhos celulares, criando o que foi denominado de *smartphone-integrated stereophotogrammetry* (SPINS). O estudo avaliou seis marcas diferentes de telefones celulares e ainda comparou o custo de reconstrução da imagem obtida pelos diferentes tipos de celulares com aquelas obtidas pelo método de captação de imagens por laser. Ao se analisar protótipos de arcada dentária, o estudo demonstrou não haver diferença estatística entre os diferentes aparelhos celulares, além de não haver diferença de volume na área da arcada estudada, entre os dois métodos ( $p = 0,73$ ).

Uma crítica importante ao estudo supracitado é o fato deste analisar apenas modelos de uma prótese dentária, colocada em luz e posição ideal, sem a presença de tecidos moles adjacentes da face, não avaliando a arcada dentária de um paciente, o que poderia sofrer influência de luz e ângulo durante a captação das imagens pela limitação da posição do aparelho celular e alterar os resultados da pesquisa.

Embora o uso de câmeras fotográficas de celulares ocorra rotineiramente na prática clínica, não há evidência científica sobre a validade das mesmas para esse fim, pois ainda há poucos estudos na literatura médica que analisam o potencial uso deste instrumento na avaliação de pacientes.

O presente estudo, corroborado com os dados da literatura, reforça a importância de validar esse tipo de tecnologia para captação e reconstrução digital tridimensional de imagens. Dentre as vantagens desta tecnologia estão o menor risco de exposição à radiação (ao se comparar com TC), baixo custo resultando em maior custo-benefício e possibilidade de análise em serviços de saúde pública que carecem de renda suficiente para obtenção de um aparelho mais caro<sup>66</sup>.

Assim, a fotogrametria obtida a partir de aparelhos celulares apresenta grande potencial de se tornar o instrumento padrão para avaliação de volumes e distâncias de anatomias da face e do corpo. Na face, a tecnologia pode ser expandida para quantificar o edema no pós-operatório ou estimar o aumento de volume obtido após procedimentos estéticos e cirúrgicos<sup>46</sup>.

Embora Van der Meer *et al.*<sup>67</sup> demonstrarem resultados mais fidedignos com o uso da técnica de fotogrametria ao se analisar volumes de objetos inanimados em relação seres vivos, essa diferença pode ser explicada pelo efeito que a contração de músculos e presença de tecidos moles. Apesar dessa diferença entre seres vivos e inanimados, não houve diferença significativa nos coeficientes intraclasse analisado nessa pesquisa, demonstrando boa reprodutibilidade da tecnologia. Esse fato demonstra o potencial uso da tecnologia na prática clínica, pois permite reproduzir o exame em outros ambientes e em diferentes áreas da cirurgia plástica, visto que

existe reprodutibilidade da técnica, desde que estudos adicionais sejam realizados para comprovar tais hipóteses.

Este estudo analisou a área do mento para avaliação de volume, mas novas pesquisas devem ser realizadas para o mesmo tipo de avaliação em outras áreas da face, levando em consideração que a diferença de textura da pele, de relevo e da relação luz/sombra de outras áreas faciais pode influenciar na acurácia do método.

Como desfecho secundário, este estudo avaliou a variação de volume do mento, tentando identificar o ganho volumétrico após 6 meses do procedimento. A mediana do delta-volume (volume *pós* subtraído pelo volume *pré-operatório*) foi de 2,92 mL pela fotogrametria ( $p < 0,001$ ) e 2,79 mL pela tomografia computadorizada ( $p < 0,001$ ). Esse dado permite demonstrar que as duas técnicas conseguem identificar diferenças volumétricas como o ganho de volume (retenção do enxerto).

Outro fator interessante foi demonstrado ao se comparar o delta-volume mensurado por essas duas técnicas. Quando calculado o volume de retenção enxertado em cada paciente, demonstrou-se valor de 30,44% pela técnica de fotogrametria e de 29,98% pela TC, não havendo diferença entre as técnicas para esse cálculo ( $p = 0,952$ ). Este dado sugere potencial aplicabilidade na prática clínica uma vez que o resultado final da retenção do enxerto de gordura apresentou boa acurácia.

Outro desfecho mensurado neste estudo foi a comparação da razão do volume *pós-operatório* pelo volume *pré-operatório* obtidas por fotogrametria e TC. Os resultados demonstraram razões similares entre fotogrametria (aumento de 23% de volume) e tomografia (aumento de 21% de volume).

O uso do enxerto de gordura com o objetivo de aumento do mento apresenta algumas desvantagens, sendo a maior delas a imprevisibilidade do enxerto de gordura quanto à taxa de retenção. Desde 1950, vários estudos analisaram a taxa de retenção média do enxerto de gordura, já que a mesma varia na literatura de 15% a 83%<sup>10,68-71</sup>. Essa variabilidade pode ocorrer pela grande variabilidade dos métodos de obtenção, área doadora, manipulação e o preparo da gordura ao se realizar enxerto de gordura<sup>72-75</sup>.

De fato, segundo revisão sistemática de 2018<sup>28</sup>, foram analisados diferentes artigos referentes a técnicas de análise do volume de gordura injetada em diversas áreas da face. Nesta revisão, foram selecionados 19 artigos com 510 pacientes e, em apenas três artigos, foi utilizado fotos 3D para avaliação tardia de enxerto de gordura no terço médio da face, com taxas 41,2%<sup>48</sup>, 31,8%<sup>10</sup> e 27,1%<sup>76</sup>.

Em 2017, Basile<sup>8</sup>, utilizou o programa Fiji<sup>®</sup> (Fuji Corp., Tóquio, Japão) do ImageJ<sup>®</sup> (National Institutes of Health, Bethesda, Md, USA.), após 6 meses, identificou taxa de absorção de 17,7%, bem abaixo do presente estudo e dos demais estudos da literatura. Entretanto, esse estudo utilizou apenas a compilação de imagens, sem um método padrão-ouro para comparação, o que pode ter superestimado a taxa de retenção de gordura<sup>8</sup>.

Todos esses estudos corroboram o potencial de utilizar a aquisição de medidas corporais em 3D na prática clínica. Esta técnica está se tornando útil e necessária na rotina médica, uma vez que modelos tridimensionais de alta precisão da anatomia humana são utilizados em muitas rotinas cirúrgicas (urologia, cirurgia cardíaca, cirurgia torácica, neurocirurgia), permitindo planejamento cirúrgico, cirurgia assistida por computador e diferentes aplicações biomecânicas. Imagens

tridimensionais podem ser geradas a partir de diferentes técnicas de captação, como por exemplo, a tomografia computadorizada. Entretanto, a TC tem limitações na aplicação diária, como exposição do paciente à radiação ionizante, alto custo, falha em fornecer textura e cor à malha criada e a análise de dados em posição ortostática<sup>64</sup>.

Atualmente, com o avanço da tecnologia, a reconstrução de modelos tridimensionais usando fotogrametria estão sendo considerados como uma técnica alternativa e confiável à substituição dos modelos de reconstrução gerados por imagens obtidas por de TC. Isso é particularmente verdadeiro porque a fotogrametria pode alcançar modelos 3D com imagens de alta fidelidade, aliando baixo custo e resultados, sendo ainda uma técnica não invasiva e não irradiadora quando comparada com imagens obtidas pelo uso de TC<sup>64</sup>.

Ressalta-se, primeiramente, que a diferença dos resultados obtidos ao se comparar o volume do mento em dois períodos diferentes (pré e pós-operatório) pode ser mais bem estudada por estudos com maior tamanho amostral.

Dentre as limitações desta pesquisa, destaca-se o fato de não terem sido utilizados outros métodos de aumento de volume do mento, como próteses de silicone e avanços ósseos por osteotomia, para comparação da variação de volume pelo método de fotogrametria.

Novos estudos utilizando essas técnicas poderão contribuir ainda mais para a avaliação da acurácia do método e para extensão do mesmo para os diversos tipos de técnicas de mentoplastia de aumento.

## **7 CONCLUSÃO**

Concluiu-se que ao se comparar o volume do uso de enxerto de gordura pela técnica de fotogrametria tridimensional obtida por aparelhos celulares foi demonstrada diferença volumétrica estatisticamente significativa em relação ao volume calculado pela tomografia. Essa diferença não foi significativa ao se comparar a variação de volume pré e pós-operatório entre os dois métodos, sugerindo potencial de utilização para comparação da variação de volume de enxerto de gordura em mento. Estudos randomizados fazem-se necessário para elevar o nível de evidência.

## **8 ANEXOS**

## Anexo A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Mentoplastia de aumento através de enxerto autólogo de gordura: avaliação da volumetria e projeção pela tomografia computadorizada e pela fotogrametria e avaliação da satisfação pelo questionário Face-Q.

**Pesquisador:** Luiz Carlos Ishida

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 01352918.7.0000.0068

**Instituição Proponente:** Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.044.169

#### Apresentação do Projeto:

Inalterado. Trata-se de estudo prospectivo de pacientes submetidos a rinooplastia na Disciplina de Cirurgia Plástica do HCFMUSP que tenham indicação para lipoenxertia na região do mento. A adequação da lipoenxertia será determinada por exame tomográfico, por fotogrametria e a satisfação do paciente será avaliada por questionário.

#### Objetivo da Pesquisa:

Inalterado. O estudo primariamente objetiva avaliar a projeção e volumetria do mento após enxerto autólogo de gordura através da tomografia computadorizada e compará-lo ao resultado obtido pela fotogrametria pelo software Blender. Adicionalmente pretende-se avaliar a satisfação dos pacientes submetidos ao enxerto autólogo de gordura no mento através do questionário FACE-Q, traduzido e adaptado para o português.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos associados a pesquisa são baixos, pois não interferência no tratamento. O risco associa-se mais à possibilidade de identificação do participante, adequadamente exposto no TCLE

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de interesse clínico

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar  
 Bairro: Cerqueira Cesar CEP: 05.403-010  
 UF: SP Município: SAO PAULO  
 Telefone: (11)2661-7585 Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 3.044.169

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE foi adequado às recomendações.

**Recomendações:**

Aprovar com recomendação de anexar um Termo de Assentimento ( "II.24 - Termo de Assentimento - documento elaborado em linguagem acessível para os menores ou para os legalmente incapazes, por meio do qual, após os participantes da pesquisa serem devidamente esclarecidos, explicitarão sua anuência em participar da pesquisa, sem prejuízo do consentimento de seus responsáveis legais", para adequação plena à Resolução 466/12, disponível em [http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html))

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado com recomendação

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1174274.pdf	13/11/2018 12:12:17		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tclecorrigidomento.pdf	13/11/2018 12:11:48	Luiz Carlos Ishida	Aceito
Folha de Rosto	FR_LUIZ_CARLOS_ISHIDA_7470.pdf	16/10/2018 17:45:54	Luiz Carlos Ishida	Aceito
Outros	CRONOGRAMA.docx	16/10/2018 17:42:19	Luiz Carlos Ishida	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	LIPOENXERTIADOMENTO.docx	23/09/2018 22:47:17	Luiz Carlos Ishida	Aceito

Endereço: Rua Ovidio Pires de Campos, 225 5º andar  
 Bairro: Cerqueira Cesar CEP: 05.403-010  
 UF: SP Município: SAO PAULO  
 Telefone: (11)2661-7585 Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 3.044.169

Outros	FACEQPoS.docx	23/09/2018 22:46:02	Luiz Carlos Ishida	Aceito
Outros	FACEQpreop.docx	23/09/2018 22:45:38	Luiz Carlos Ishida	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 28 de Novembro de 2018

---

Assinado por:  
**ALFREDO JOSE MANSUR**  
(Coordenador(a))

## Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP<sup>1</sup>

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA: **Mentoplastia de aumento através de enxerto autólogo de gordura: avaliação da volumetria e projeção pela tomografia computadorizada e pela fotogrametria e avaliação da satisfação pelo questionário Face-Q.**

PESQUISADOR PRINCIPAL: **LUIZ CARLOS ISHIDA**

INSTITUTO/DEPARTAMENTO: Instituto Central do HCFMUSP / Departamento de Cirurgia Plástica do HCFMUSP

#### Prezado paciente,

Convidamos você a participar da pesquisa acima, que visa avaliar o grau de integração da gordura enxertada no queixo de pacientes com hipoplasia do mesmo, avaliando a projeção e volume do mesmo após 6 meses da cirurgia bem como a satisfação do paciente com esse procedimento. Nessa pesquisa, avaliaremos essa integração pela tomografia computadorizada e compararemos com outro método, denominado de fotogrametria, que consiste na sobreposição de múltiplas fotografias feitas por um software gratuito (Blender®)

A metodologia do estudo consiste em:

Você irá realizar uma tomografia computadorizada (TC) da face e uma série de 26 fotos em diferentes ângulos da sua face, no pré-operatório. A TC já seria realizada para avaliar seu septo e cornetos, então, utilizaremos esse mesmo exame, sem exames adicionais. Você preencherá um questionário que abordará questões sobre satisfação com sua aparência geral e com seu queixo, denominado FACE-Q. Esse questionário foi idealizado e criado por pesquisadores americanos, sendo traduzido e adaptado ao português pelos pesquisadores brasileiros.

No procedimento cirúrgico, após sua rinoplastia, será lipoaspirado uma pequena quantidade de gordura do seu abdome, que será preparada de forma estéril e posteriormente será injetada na área do queixo, para melhorar o contorno, projeção e volume. A isto damos o nome de lipoenxertia, um procedimento rotineiro, validado e bem documentado na literatura. Você será acompanhado em retornos pós-operatórios de: 1 semana, 2 semanas, 1 mês, 3 meses e 6 meses. Com 1 mês, 3 meses e 6 meses, realizará novamente sessões de fotografias de diferentes ângulos (26 fotos).

No pós-operatório de 1 mês e de 6 meses, preencherá o questionário FACE-Q a respeito de satisfação com critérios pós-cirurgia. Com 6 meses de pós-operatório, será realizada uma nova TC da face para avaliar a melhora dos cornetos e septo após rinoplastia. Essa mesma imagem será utilizada para avaliação do seu queixo (volume e projeção). Logo, nenhum exame de tomografia estará sendo realizado de forma adicional, utilizaremos apenas os exames que você já faria de forma rotineira por operar o nariz.

De posse das suas fotos pré e pós-operatórias, de suas TCs pré e pós-operatórias e dos questionários preenchidos, conseguiremos realizar uma avaliação comparativa dos métodos e identificar o grau de integração da gordura no seu queixo. Os dados e o material coletado serão utilizados somente para esta pesquisa, a qual será exposta em congresso e publicada futuramente em revista científica. Os protocolos de pesquisa serão queimados após 5 anos da realização da mesma.

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável \_\_\_\_\_

Rubrica do pesquisador \_\_\_\_\_

Dentre os riscos do procedimento cirúrgico ao paciente (independentes da pesquisa), podem ocorrer dor, edema, parestesias, hematoma e assimetria na região do queixo bem como na área do abdome (área doadora de gordura). Para qualquer um dos sintomas que ocorram serão tomadas medidas preventivas e terapêuticas (uso de medicações para dor e náusea, interrupção da lipoaspiração, interrupção da lipoenxertia).

Dentro o risco relacionado diretamente com a pesquisa está o seu possível constrangimento, caso, porventura, ocorra a quebra acidental do sigilo por parte do pesquisador envolvido no trabalho. Para diminuir este risco, apenas os pesquisadores realizarão as avaliações com os pacientes, sem identificá-los, estando presente apenas para retirar dúvidas quanto as perguntas do questionário. As respostas fornecidas pelos pacientes serão mantidas em total sigilo, não sendo citadas nominalmente durante o trabalho. Existe o risco de identificação dos pacientes pelo uso da sua imagem, visto que o trabalho será publicado e imagens dos rostos estarão presentes. Todos os pacientes, ao se submeterem a cirurgia, assinarão um termo de consentimento específico para autorização uso de imagem. Mesmo assim, para evitar constrangimento, apenas os autores terão acesso as fotos dos pacientes e, durante a exposição dos resultados, será mostrado apenas a região do mento, sem exposição do resto da face, impedindo a identificação do paciente como sujeito da pesquisa.

A pesquisa beneficiará você, paciente, uma vez que permitirá melhorar o volume e projeção do seu queixo. A pesquisa beneficiará ainda a comunidade científica, os sujeitos da pesquisa e os pesquisadores, uma vez que permitirá identificar o grau de integração, a longo prazo, de gordura enxertada no mento e ainda identificar se o novo software (Blender®) é fidedigno para avaliação de volumetria do mento após lipoenxertia. Outro benefício será determinar o grau de satisfação do paciente através de um questionário validado, permitindo realizar análises estatísticas do grau de satisfação do paciente.

Você será acompanhado com 1 mês, 3 meses e 6 meses no pós-operatório e será tratado (a) com total respeito e dignidade, respeitando a moral e os bons costumes, bem como seus aspectos culturais e socioeconômicos. Em caso de danos pessoais, provocados diretamente pela pesquisa, você terá direito às indenizações legalmente estabelecidas. Caso você não possua capacidade jurídica plena, o termo de consentimento deverá ser aceito por você e por seus tutores/curadores, sendo assinado por ambos; se houver recusa, você será excluído da pesquisa.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgado a identificação de nenhum paciente. Você terá direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames ou consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Você assinará DUAS vias deste termo de consentimento e UMA delas ficará com você e a outro com os pesquisadores.

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável\_\_\_\_\_

Rubrica do pesquisador\_\_\_\_\_

3

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é o Dr LUIZ CARLOS ISHIDA, que pode ser encontrado no endereço Rua Dr Enéas de Carvalho Aguiar, 255, 8º andar, Telefone(s) 26616216, e-mail luiz.ishida@gmail.com. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549; e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br.

Fui suficientemente informado a respeito do estudo "**Mentoplastia de aumento através de enxerto autógeno de gordura: avaliação da volumetria e projeção pela tomografia computadorizada e pela fotogrametria e avaliação da satisfação pelo questionário Face-Q.**". Eu discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável (Luiz Carlos Ishida) ou pessoa (s) por ele delegada (s) (Rodolfo Costa Lobato e Adriana Margarita Buelvas Bustillo) sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo uma via rubricada pelo pesquisador.

-----  
Assinatura do paciente/representante legal      Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

-----  
Assinatura do responsável pelo estudo –      Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
LUIZ CARLOS ISHIDA

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO (OU ETIQUETA INSTITUCIONAL DE IDENTIFICAÇÃO)**

1. NOME:.....  
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: ..... SEXO: .M  F   
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....  
ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....  
BAIRRO: ..... CIDADE .....  
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

**2. RESPONSÁVEL LEGAL (Se menor de idade ou incapaz de preencher os dados)**

-----  
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....  
DOCUMENTO DE IDENTIDADE:.....SEXO: M  F   
DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....  
ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....  
BAIRRO: ..... CIDADE: .....  
CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....) .....

-----  
Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável \_\_\_\_\_

Rubrica do pesquisador \_\_\_\_\_

## **9 REFERÊNCIAS**

1. Aston SJ, Smith DM. Taking it on the chin: recognizing and accounting for lower face asymmetry in chin augmentation and genioplasty. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135(6):1591-5.
2. Lee EI. Aesthetic alteration of the chin. *Semin Plast Surg.* 2013;27(3):155-60.
3. Sykes JM, Fitzgerald R. Choosing the best procedure to augment the chin: is anything better than an implant? *Facial Plast Surg.* 2016;32(5):507-12.
4. Coleman SR. Facial recountouring with lipostructure. *Clin Plast Surg.* 1997.
5. Belmontesi M, Grover R, Verpaele A. Transdermal injection of Restylane SubQ for aesthetic contouring of the cheeks, chin, and mandible. *Aesthetic Surg J.* 2006;26(1S):S28-34.
6. Guyuron B. MOC-PS(SM) CME article: genioplasty. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121(4 Suppl):1-7.
7. Niechajev I. Facial reconstruction using porous high-density polyethylene (medpor): long-term results. *Aesthetic Plast Surg.* 2012;36(4):917-27.
8. Basile F V., Basile AR. Prospective controlled study of chin augmentation by means of fat grafting. *Plast Reconstr Surg.* 2017;140(6):1133-41.

9. Neuber F. Fat transplantation. *Chir Kongr Verhandl Dtsch Gesellsch Chir.* 1893;22:66.
10. Meier JD, Glasgold RA, Glasgold MJ. Autologous fat grafting: long-term evidence of its efficacy in midfacial rejuvenation. *Arch Facial Plast Surg.* 2009;11(1):24-8.
11. Tanikawa DYS, Aguena M, Bueno DF, Passos-Bueno MR, Alonso N. Fat grafts supplemented with adipose-derived stromal cells in the rehabilitation of patients with craniofacial microsomia. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132(1):141-52.
12. Cohen SR, Womack H. Injectable tissue replacement and regeneration: anatomic fat grafting to restore decayed facial tissues. *Plast Reconstr Surgery-Global Open.* 2019;7(8).
13. Fontdevila J, Serra-Renom JM, Raigosa M, Berenguer J, Guisantes E, Prades E, Benito-Ruiz J, Martinez E. Assessing the long-term viability of facial fat grafts: an objective measure using computed tomography. *Aesthetic Surg J.* 2008;28(4):380-6.
14. Dornelles R de FV, Alonso N. New virtual tool for accurate evaluation of facial volume1. *Acta Cir Bras.* 2017;32(12):1075-86.
15. Jamali M. Dentofacial considerations in genioplasty. *N Y State Dent J.* 2017;83(1):23-9.

16. Li H, Gui L, Lv C, Zhang Z, Liu Y, Zhang J. Comparison study of three methods for the treatment of microgenia. *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi*. 2007;23(5):402-4.
17. Banyard DA, Borad V, Amezcua E, Wirth GA, Evans GR, Widgerow AD. Preparation, characterization, and clinical implications of human decellularized adipose tissue extracellular matrix (hDAM): a comprehensive review. *Aesthet Surg J*. 2016;36(3):349-57.
18. Butterwick KJ. Enhancement of the results of neck liposuction with the FAMI technique. *J Drugs Dermatol*. 2003;2(5):487-93.
19. Xie Y, Zheng DN, Li QF, et al. An integrated fat grafting technique for cosmetic facial contouring. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2010;63(2):270-6.
20. Metzinger S, Parrish J, Guerra A, Zeph R. Autologous fat grafting to the lower one-third of the face [Erratum appears in *Facial Plast Surg*. 2012 Aug;28(4):467-9]. *Facial Plast Surg*. 2012;28(1):21-33.
21. Chang CS, Kang GCW. Achieving ideal lower face aesthetic contours: combination of tridimensional fat grafting to the chin with masseter botulinum toxin injection. *Aesthetic Surg J*. 2016;36(10):1093-100.
22. Rohrich RJ, Sanniec K, Afrooz PN. Autologous fat grafting to the chin: a useful adjunct in complete aesthetic facial rejuvenation. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(4):921-5.

23. Wang Q, Guo X, Wang J. Autogenous fat grafting for chin augmentation: a preliminarily clinical study of cosmetic outcome. *J Craniofac Surg*. 2015;26(7):e625-7.
24. Pu LLQ. Fat grafting for facial rejuvenation and contouring: a rationalized approach. *Ann Plast Surg*. 2018;81(6S Suppl 1):S102-8.
25. Lin TM, Huang SH, Lin YN, Lee SS, Kuo YR, Lin SD, Takahashi H. Fat grafting for facial contouring (nose and chin). *Clin Plast Surg*. 2020;47(1):91-8.
26. Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, Longair M, Pietzsch T, Preibisch S, Rueden C, Saalfeld S, Schmid B, Tinevez JY, White DJ, Hartenstein V, Eliceiri K, Tomancak P, Cardona A. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat Methods*. 2012;9(7):676-82.
27. Tzou CJ, Frey M. Evolution of 3D surface imaging systems in facial plastic surgery. *Facial Plast Surg Clin NA*. 2011;19(4):591-602.
28. Miranda RE de, Matayoshi S, Brabo JL, Miyoshi LH. Use of stereophotogrammetry for measuring the volume of external facial anatomy: a systematic review. *Rev Bras Cir Plástica*. 2018;33(4):572-9.
29. Tzou CH, Artner NM, Pona I, Hold A, Placheta E, Kropatsch WG, Frey M. Comparison of three-dimensional surface-imaging systems. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2014;67(4):489-97.

30. Dornelles R de FV, Alonso N, Tissiani LAL, Souza AR, Cardim VLN. The use of a three-dimensional mesh in plastic surgery. *Rev Bras Cir Plástica – Brazilian J Plast Sugery*. 2016;31(1):25-31.
31. Li Y, Yang X, Li D. The application of three-dimensional surface imaging system in plastic and reconstructive surgery. *Ann Plast Surg*. 2016;00(00):1-8.
32. Chang JB, Small KH, Choi M, Karp NS. Three-dimensional surface imaging in plastic and beyond. *Plast Reconstr Surg*. 2015;135(5):1295-304.
33. Herold C, Ueberreiter K, Busche MN, Vogt PM. Autologous fat transplantation: Volumetric tools for estimation of volume survival. a systematic review. *Aesthetic Plast Surg*. 2013;37(2):380-7.
34. Kølle SF, Fischer-Nielsen A, Mathiasen AB, Elberg JJ, Oliveri RS, Glovinski PV, Kastrup J, Kirchhoff M, Rasmussen BS, Talman ML, Thomsen C, Dickmeiss E, Drzewiecki KT. Enrichment of autologous fat grafts with ex-vivo expanded adipose tissue-derived stem cells for graft survival: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*. 2013;382(9898):1113-20.
35. Bourne DA, Bliley J, James I, Donnenberg AD, Donnenberg VS, Branstetter BF 4th, Haas GL, Radomsky E, Meyer EM, Pfeifer ME, Brown SA, Marra KG, Coleman S, Rubin JP. Changing the paradigm of craniofacial reconstruction: a prospective clinical trial of autologous fat transfer for craniofacial deformities. *Ann Surg*. 2021;273(5):1004-11.
36. Schendel SA, Duncan KS, Lane C. Image fusion in preoperative planning. *Facial Plast Surg Clin NA*. 2011;19(4):577-90.

37. Thalmaan D. *Die Stereogrammetrie: Ein Diagnostisches Hilfsmittel in Der Kieferorthopaedie*. Zurich: Univ Zurich; 1944.
38. Burke PH, Hughes-Lawson CA. The adolescent growth spurt in the soft tissues of the face. *Ann Hum Biol*. 1988;15(4):253-62.
39. Burke PH. Stereophotogrammetric measurement of normal facial asymmetry in children. *Hum Biol*. 1971;43(4):536-48.
40. Burke PH, Beard FH. Stereophotogrammetry of the face. A preliminary investigation into the accuracy of a simplified system evolved for contour mapping by photography. *Am J Orthod*. 1967;53(10):769-82.
41. Burke PH, Banks P, Beard LF, Tee JE, Hughes C. Stereophotographic measurement of change in facial soft tissue morphology following surgery. *Br J Oral Surg*. 1983;21(4):237-45.
42. Tzou CHJ, Frey M. Evolution of 3D surface imaging systems in facial plastic surgery. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2011;19(4):591-602.
43. Deacon AT, Anthony AG, Bhatia SN, Muller JP. Evaluation of a CCD-based facial measurement system. *Med Inform (Lond)*. 1991;16(2):213-28.
44. Ras F, Habets LL, van Ginkel FC, Prah-Andersen B. Method for quantifying facial asymmetry in three dimensions using stereophotogrammetry. *Angle Orthod*. 1995;65(3):233-9.

45. Ras F, Habets LL, van Ginkel FC, Prahl-Andersen B. Quantification of facial morphology using stereophotogrammetry--demonstration of a new concept. *J Dent*. 1996 Sep;24(5):369-74.
46. Ladeira PRS de, Bastos EO, Vanini JV, Alonso N. Uso da estereofotogrametria nas deformidades craniofaciais : revisão sistemática. *Rev Bras Cir Plástica*. 2013;28(1):147-55.
47. Guibert M, Franchi G, Ansari E, Billotet B, Diner PA, Cassier S, Vazquez MP, Picard A, Kadlub N. Fat graft transfer in children's facial malformations: a prospective three-dimensional evaluation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2013;66(6):799-804.
48. Gerth DJ, King B, Rabach L, Glasgold RA, Glasgold MJ. Long-term volumetric retention of autologous fat grafting processed with closed-membrane filtration. *Aesthetic Surg J*. 2014;34(7):985-94.
49. Schendel SA. Enriched autologous facial fat grafts in aesthetic surgery: 3D volumetric results. *Aesthetic Surg J*. 2015;35(8):913-9.
50. Li M k, Mazur C, DaSilva D, Canfield D, McDaniel DH. Use of 3-dimensional imaging in submental fat reduction after cryolipolysis. *Dermatologic Surg*. 2018;44(6):889-92.
51. Wu R, Yang X, Jin X, Lu H, Jia Z, Li B, Jiang H, Qi Z. Three-dimensional Volumetric Analysis of 3 Fat-Processing Techniques for Facial Fat Grafting: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Facial Plast Surg*. 2018;20(3):222-9.

- 
52. Ritschl LM, Grill FD, Mittermeier F, Lonc D, Wolff KD, Roth M, Loeffelbein DJ. Evaluation of a portable low-budget three-dimensional stereophotogrammetry system for nasal analysis. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018;46(12):2008-16.
53. Winder RJ, Darvann TA, McKnight W, Magee JDM, Ramsay-Baggs P. Technical validation of the Di3D stereophotogrammetry surface imaging system. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008;46(1):33-7.
54. Gibelli D, Pucciarelli V, Cappella A, Dolci C, Sforza C. Are portable stereophotogrammetric devices reliable in facial imaging? A validation study of VECTRA H1 device. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(8):1772-84.
55. Camison L, Bykowski M, Lee WW, Carlson JC, Roosenboom J, Goldstein JA, Losee JE, Weinberg SM. Validation of the Vectra H1 portable three-dimensional photogrammetry system for facial imaging. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(3):403-10.
56. Savoldelli C, Benat G, Castillo L, Chamorey E, Lutz J-C. Accuracy, repeatability and reproducibility of a handheld three-dimensional facial imaging device: The Vectra H1. *J Stomatol oral Maxillofac Surg.* 2019;120(4):289-96.
57. Gibelli D, Pucciarelli V, Caplova Z, Cappella A, Dolci C, Cattaneo C, Sforza C. Validation of a low-cost laser scanner device for the assessment of three-dimensional facial anatomy in living subjects. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018;46(9):1493-9.

- 
58. Swennen GRJ, Pottel L, Haers PE. Custom-made 3D-printed face masks in case of pandemic crisis situations with a lack of commercially available FFP2/3 masks. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020:1-5.
  59. Naini FB, Garagiola U, Wertheim D. Analysing chin prominence in relation to the lower lip: The lower lip-chin prominence angle. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2019;47(8):1310-6.
  60. Moraes C. *Protocolo geral para digitalização de faces voltado ao planejamento de cirurgia ortognática e rinoplasta - Comparação entre ferramentas* [internet]. 1 abr. 2018 [citado em: 2020 jan. 13]. Disponível em: <http://www.ciceromoraes.com.br/blog/?p=2989>.
  61. StataCorp. *Stata Statistical Software: Release 14*. College Station, TX: StataCorp LP; 2015.
  62. Zhao Z, Xie L, Cao D, Izadikhah I, Gao P, Zhao Y, Yan B. Accuracy of three-dimensional photogrammetry and cone beam computed tomography based on linear measurements in patients with facial deformities. *Dentomaxillofac Radiol.* 2021;50(2):20200001.
  63. Dindaroğlu F, Kutlu P, Duran GS, Görgülü S, Aslan E. Accuracy and reliability of 3D stereophotogrammetry: A comparison to direct anthropometry and 2D photogrammetry. *Angle Orthod.* 2016;86(3):487-94.
  64. Hussien DA, Abed FM, Hasan AA. Stereo photogrammetry vs computed tomography for 3D medical measurements. *Karbala Int J Mod Sci.* 2019;5(4):201-12.

- 
65. Mai HN, Lee DH. The effect of perioral scan and artificial skin markers on the accuracy of virtual dentofacial integration: Stereophotogrammetry versus smartphone three-dimensional face-scanning. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(1):1-12.
  66. Farook TH, Jamayet N Bin, Asif JA, Din AS, Mahyuddin MN, Alam MK. Development and virtual validation of a novel digital workflow to rehabilitate palatal defects by using smartphone-integrated stereophotogrammetry (SPINS). *Sci Rep*. 2021;11(1):1-10.
  67. Van Der Meer WJ, Dijkstra PU, Visser A, Vissink A, Ren Y. Reliability and validity of measurements of facial swelling with a stereophotogrammetry optical three-dimensional scanner. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2014;52:922-7.
  68. Howes BH, Fosh B, Watson DI, Yip JM, Eaton M, Smallman A, Dean NR. Autologous fat grafting for whole breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2014 Apr 7;2(3):e124.
  69. Panettiere P, Accorsi D, Marchetti L, Sgrò F, Sbarbati A. Large-breast reconstruction using fat graft only after prosthetic reconstruction failure. *Aesthetic Plast Surg*. 2011;35(5):703-8.
  70. Yu NZ, Huang JZ, Zhang H, Wang Y, Wang XJ, Zhao R, Bai M, Long X. A systemic review of autologous fat grafting survival rate and related severe complications. *Chin Med J (Engl)*. 2015;128(9):1245-51.

71. Chung MT, Paik KJ, Atashroo DA, Hyun JS, McArdle A, Senarath-Yapa K, Zielins ER, Tevlin R, Duldulao C, Hu MS, Walmsley GG, Parisi-Amon A, Momeni A, Rimsa JR, Commons GW, Gurtner GC, Wan DC, Longaker MT. Studies in fat grafting: Part I. Effects of injection technique on in vitro fat viability and in vivo volume retention. *Plast Reconstr Surg.* 2014;134(1):29-38.
72. Small K, Choi M, Petruolo O, Lee C, Karp N. Is there an ideal donor site of fat for secondary breast reconstruction? *Aesthet Surg J.* 2014;34(4):545-50.
73. Rohrich RJ, Sorokin ES, Brown SA. In search of improved fat transfer viability: a quantitative analysis of the role of centrifugation and harvest site. *Plast Reconstr Surg.* 2004;113(1):391-7.
74. Sinno S, Wilson S, Brownstone N, Levine SM. Current thoughts on fat grafting: using the evidence to determine fact or fiction. *Plast Reconstr Surg.* 2016;137(3):818-24.
75. Smith P, Adams WP Jr, Lipschitz AH, Chau B, Sorokin E, Rohrich RJ, Brown SA. Autologous human fat grafting: effect of harvesting and preparation techniques on adipocyte graft survival. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117(6):1836-44.
76. Wang W, Xie Y, Huang RL, Zhou J, Tanja H, Zhao P, Cheng C, Zhou S, Pu LLQ, Li Q. Facial Contouring by Targeted Restoration of Facial Fat Compartment Volume: The Midface. *Plast Reconstr Surg.* 2017 Mar;139(3):563-72.