

ESTUDO PILOTO DA ACURÁCIA DA FOTOGRAMETRIA NO ESCANEAMENTO DOS MODELOS ORTODÔNTICOS

PILOT STUDY OF THE ACCURACY OF PHOTOGRAMMETRY IN SCANNING ORTHODONTIC MODELS

¹CUNHA, Ana Julia Belisario; ²KAWAUCHI, Marcia Yuri

¹Discente do Curso de Odontologia – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

²Docente do Curso de Odontologia – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

Cada vez mais, a imagem digital faz parte da prática clínica odontológica independente da especialidade. Novos aparelhos de captura de imagem e novos protocolos de manipulação de imagens baseados na configuração digital surgem a cada dia, diante de um mercado bastante competitivo. Como ainda o custo-benefício de terceirização do escaneamento desses modelos acaba ficando inviável, o presente trabalho apresenta como objetivo testar um método alternativo para obtenção dessas imagens por meio da fotogrametria obtida por meio de aplicativo de celulares e, desta forma verificando a sua confiabilidade. Foram confeccionados a partir de um manequim ORAIS, um modelo de gesso inferior e superior e tiradas 83 fotos padronizadas de cada modelo pelo aplicativo MagiScan® que fez a tridimensionalização do modelo e que posteriormente foi enviado para o software Blender. As medidas de referência foram altura e largura da face vestibular de cada dente, a distância entre as pontas de cúspides mesiopalatinas superiores, a distância entre as pontas de cúspides mesiolinguais inferiores, a distância entre as pontas de cúspides dos caninos superiores e inferiores, e a distância entre a linha média e as pontas das cúspides dos caninos direito e esquerdo, superior e inferior, que foram medidas 2 vezes, por um paquímetro digital no modelo de gesso, e pelo software Blender no modelo 3D. Comparando-se os valores obtidos com o paquímetro e com o Blender, o arco dentário superior obteve uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para as variáveis altura e largura e o arco dentário inferior para a largura e para as medidas transversais. Dessa forma, por se tratar de um estudo piloto, novos estudos devem ser realizados para verificar a confiabilidade da reprodução de modelos por meio desses aplicativos.

Palavras-chave: Fotogrametria; Ortodontia; Imageamento Tridimensional.

ABSTRACT

Currently, digital imaging is part of clinical dental practice. New image capture devices and new image manipulation protocols based on digital configuration emerge every day, in a highly competitive market. However, the scanning of orthodontic plaster casts has a high value yet. Then, this study aims to test an alternative method for obtaining these images through photogrammetry obtained through a cell phone application and, thus, verifying its reliability. A lower and upper plaster model were made from an ORAIS mannequin and 83 standardized photos of each model were taken using the MagiScan® application, which made the model three-dimensional and later sent to the Blender software. The reference measurements were the height and width of the vestibular surface of each tooth, the distance between the tips of the upper mesio palatine cusp, the distance between the tips of the lower mesiolingual cusp, the distance between the tips of the cusp of the upper and lower canines, and the distance between the midline and the tips of the cusp of the right and left, upper and lower canines, which were measured twice, using a digital caliper on the plaster model and using Blender software on the 3D model. Comparing the values obtained with the caliper and Blender, the upper dental arch showed a statistically significant difference ($p < 0.05$) in height and width measurements and the lower dental arch, in the width and transverse measurements. But this is a pilot study and these results suggest new studies with others methodologies.

Keywords: Photogrammetry; Orthodontics. Three-Dimensional Imaging.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a introdução da tecnologia digital no mercado ortodôntico tem assumido grande parte da prática profissional. Esta exponencial participação do meio digital consiste no reflexo de novas condutas e comportamentos que emergiram com a pandemia do covid-19 (Beri *et al.*, 2022). Embora, essa tecnologia já existisse a um bom tempo, foi neste contexto que sua importância se fez mais presente na vida das pessoas e em todas as profissões.

Na prática ortodôntica, os planejamentos dos casos a serem tratados baseiam-se em informações obtidas no exame clínico, no exame físico, na anamnese e nos exames complementares, como as radiografias extrabucais e intrabucais, as tomografias computadorizadas de feixe cônico e nos modelos de estudo (Al-Rudainy; Al-Lami; Yang, 2022). Durante muito tempo, esses modelos de estudos eram realizados por meio de uma moldagem de alginato com posterior incorporação de gesso. Ainda, em muitos locais, são realizados desta forma. Contudo, a tendência é que logo todos os centros de radiologia acabem adquirindo escâners intrabucais para a obtenção da imagem virtual da boca. A partir dessa imagem, obtém-se modelos impressos se necessário. Contudo, o mais comum consiste no arquivamento da imagem na nuvem (Bueno, 2014).

Mesmo com esta introdução da imagem digital no ambiente ortodôntico, muitos ortodontistas, centros de pós-graduação e universidades apresentam arquivos que ocupam grandes espaços dentro do local de trabalho, para guardar toda essa documentação e, principalmente os modelos de gesso.

Alguns centros de documentação investiram em escaners de modelos para oferecer este serviço aos profissionais. Algumas publicações mostraram que estes modelos digitalizados demonstraram precisão similar com o escaneamento intrabucal (Fleming; Marinho; Johal, 2011, Zotti *et al.*, 2022). Entretanto, este serviço ainda apresenta um custo-benefício para o ortodontista inviável e, tendem com o tempo a desaparecer pela presença do escaneamento intrabucal.

Uma alternativa ainda pouco avaliada pela ciência é a fotogrametria (Al-Rudainy; Al-Lami; Yang, 2022, Bartella *et al.*, 2023, Beri *et al.*, 2022, Zotti *et al.*, 2022). Este processo de aquisição de imagens tridimensionais, ainda incipiente, consiste no sistema utilizado pelos aplicativos disponíveis para os aparelhos celulares. E são poucos os estudos que consideram o emprego da fotogrametria na aquisição de imagem de modelos de gesso. Segundo a American Society of Photogrammetry and

Remote Sensing (ASPRS), a fotogrametria pode ser definida como “a arte, a ciência e a tecnologia de obtenção de informações confiáveis de um objeto ou ambiente, através de um processo de construção de imagem digital derivada de um sistema de sensores sem contato” (Zotti *et al.*, 2022). Esta tecnologia encontra-se disponível para os aparelhos celulares tanto para o sistema Android quanto para o IOS (Al-Rudainy; Al-Lami; Yang, 2022).

Desta forma, este estudo piloto tem como objetivo avaliar a acurácia do escaneamento de modelos de gesso por meio da fotogrametria obtida por meio de aplicativo de celulares.

MATERIAL E MÉTODOS

Um manequim da marca ORAIS, de Dentística, código 101N foi moldado com o silicone por condensação Perfil-Vigodent (Vigodent Ind. E Com. Ltda – Rio de Janeiro) e posteriormente, confeccionado um modelo de estudo com gesso tipo III amarelo (Asfer Industria Química Ltda – São Paulo), tanto superior e inferior. Nos modelos em questão, na face vestibular foram realizados dois riscos, um na distal e outra no mesial, para facilitar e padronizar a medição da largura dos dentes. Estes modelos foram posteriormente escaneados por fotogrametria.

Foi utilizado um aparelho celular da marca Samsung, modelo A51 (Suwon-Coréia do Sul). Após testes feitos com três aplicativos, WIDAR®, PolyCan® e MagiScan®, optou-se por utilizar o MagiScan®, pois os demais aplicativos demonstraram alguns problemas com repetições, dificultando o processo da pesquisa. O MagiScan se mostrou mais eficiente nesse quesito, comparado com os outros.

Um cenário foi montado com o objetivo de padronizar a captura das fotos pelo aplicativo MagiScan®. Ao total foram 83 fotos, representadas pelas figuras de 1 a 9. Na figura 1, o modelo foi centralizado no prato giratório de frente para a câmera, sem apoio, com o objetivo de escanear o modelo como um todo. A cada giro de 45° do prato, uma fotografia era obtida, totalizando oito tomadas fotográficas nesta posição. Na figura 2, mais oito fotos, sendo uma foto a cada 45°, com o modelo posicionado no apoio posterior, de frente para a câmera, com o objetivo de escanear com detalhes as cúspides dos dentes posteriores. Na figura 3, mais oito fotos, sendo uma foto a cada 45°, com o modelo posicionado no apoio anterior, de frente para a câmera, com o objetivo de escanear com detalhes os dentes anteriores. Na figura 4, mais oito fotos, uma a cada giro de 45°, nas quais, o modelo foi posicionado lateralmente, com apoio,

de frente para a câmera, a fim de escanear com detalhes, as cúspides dos dentes posteriores, direito e esquerdo. Na figura 5, o modelo foi posicionado lateralmente inclinado, com apoio, de frente para a câmera a fim de escanear com detalhes, a vestibular dos dentes posteriores do lado direito. Como na figura 4, a vestibular dos posteriores já foi capturada juntamente com as cúspides dos mesmos, optou-se por tirar uma foto nessa posição, para dar mais ênfase aos detalhes da face vestibular. Na figura 6, o modelo foi posicionado lateralmente inclinado, com apoio, de frente para a câmera a fim de escanear com detalhes, a vestibular dos dentes posteriores do lado esquerdo. Nessa posição foi tirada uma foto, seguindo o mesmo padrão da figura 5. Todo esse processo, foi realizado duas vezes, a fim de garantir que todas as faces e detalhes necessários para realizar as medições tenham sido escaneados, totalizando 68 fotos.

Ao realizar os primeiros testes, foi possível perceber que os dentes anteriores não tinham uma boa reconstrução 3D quando comparados com os dentes posteriores, dessa forma, optou-se por adicionar mais uma etapa de captura de fotografias, dando ênfase aos dentes anteriores do arco, tanto superior, quanto inferior. Nessa etapa foram tiradas cinco fotos em três posições estáticas, a fim de garantir que fosse suprido a necessidade de mais detalhes dos dentes anteriores. Assim, na figura 7, foram tiradas cinco fotos na mesma posição, nas quais, o modelo foi posicionado de frente a câmera, com apoio, a fim de escanear com detalhes, a vestibular dos dentes anteriores. Na figura 8, foram tiradas cinco fotos na mesma posição, nas quais, o modelo foi deslocado 15° para o lado direito, com apoio, a fim de escanear com detalhes, a vestibular dos dentes anteriores do lado direito. Na figura 9, foram tiradas cinco fotos na mesma posição, nas quais, o modelo foi deslocado 15° para o lado esquerdo, com apoio, a fim de escanear com detalhes, a vestibular dos dentes anteriores do lado esquerdo. O processo foi feito uma vez, totalizando 15 fotos, optou-se por isso, pois em cada uma das três posições, foram tiradas cinco fotos, não havendo necessidade de repetir o processo, como foi feito na etapa anterior, dessa forma totalizou-se das duas etapas, 83 fotos.



FIGURA 1 - POSIÇÃO 1
Tirada uma foto a cada 45°,
totalizando oito fotos



FIGURA 2 - POSIÇÃO 2
Tirada uma foto a cada 45°,
totalizando oito fotos



FIGURA 3 - POSIÇÃO 3
Tirada uma foto a cada 45°,
totalizando oito fotos



FIGURA 4 - POSIÇÃO 4
Tirada uma foto a cada 45°,
totalizando oito fotos



FIGURA 5 - POSIÇÃO 5
Tirada 1 foto nessa posição



FIGURA 6 - POSIÇÃO 6
Tirada 1 foto nessa posição

Todo o processo foi feito 2 vezes,
totalizando 68 fotos.



FIGURA 7 - POSIÇÃO 7
Tiradas cinco fotos nessa
posição



FIGURA 8 - POSIÇÃO 8
Tiradas cinco fotos nessa
posição



FIGURA 9 - POSIÇÃO 9
Tiradas cinco fotos nessa
posição

Processo feito 1 vez, totalizando 15 fotos.

68 fotos

+

15 fotos

=

83 fotos

Após reconstrução realizada pelo aplicativo, uma imagem em estereolitografia (STL) foi gerada e exportada para o Blender Software® (Blender Foundation®, Amsterdam, The Netherlands), onde as medições foram realizadas.

As medições dos dentes no modelo de gesso foram realizadas por meio de um paquímetro digital eletrônico da marca Eletronics® e as medições na imagem obtida pelo Blender Software® (Blender Foundation®, Amsterdam, The Netherlands).

Foram obtidas as seguintes medidas: altura e largura da face vestibular de cada dente superior e inferior (Figura 10 e 11); a distância entre as pontas de cúspides mesiopalatinas superiores; a distância entre as pontas de cúspides mesiolinguais inferiores (Figura 12); a distância entre as pontas de cúspides dos caninos superiores; a distância entre as pontas de cúspides dos caninos inferiores (Figura 13) e, a distância entre a linha média e as pontas das cúspides dos caninos direito e esquerdo, superior e inferior (Figura 14).

Os dados foram armazenados no Microsoft Excel 2302® (Microsoft365®, Estados Unidos). Para a análise estatística foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras não paramétricas dependentes, por meio do software JASP® (JASP Team 2024).

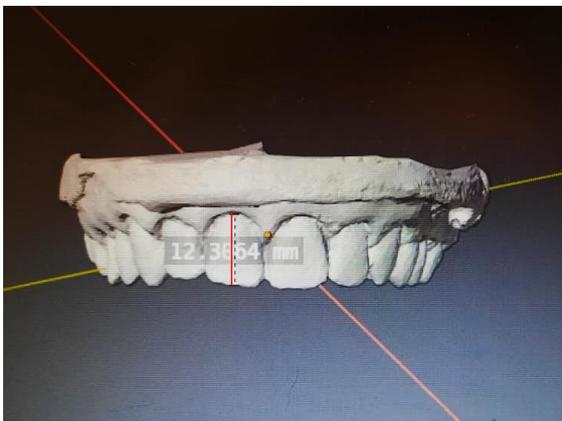


FIGURA 10



FIGURA 11

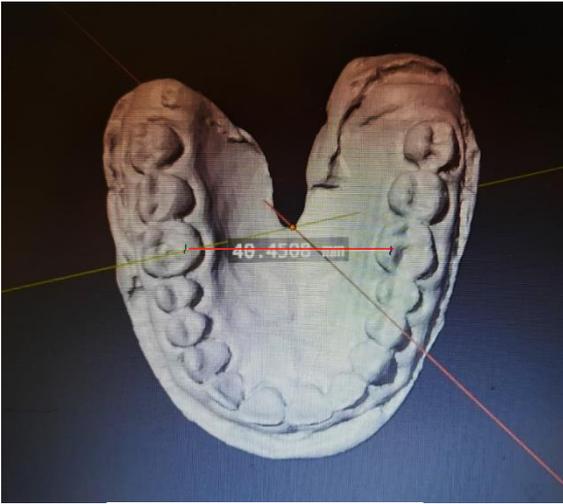


FIGURA 12

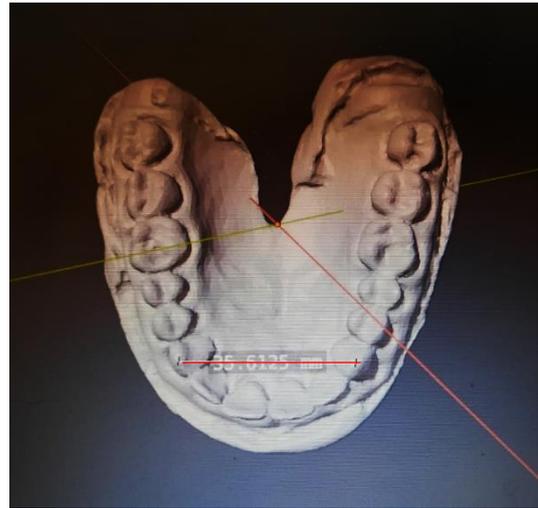


FIGURA 13

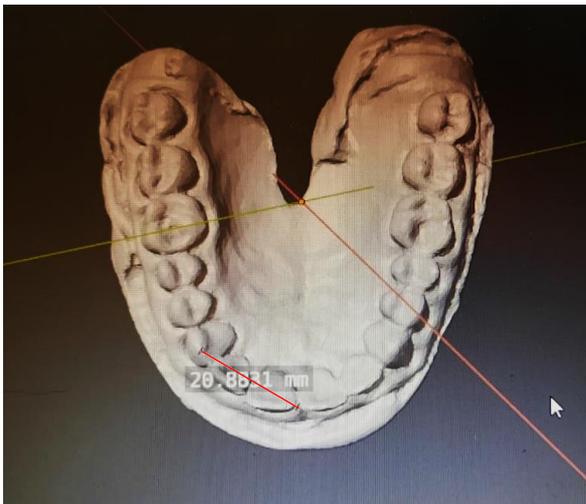


FIGURA 14

RESULTADOS

As medições obtidas tanto nos modelos de gesso como nas imagens digitalizadas para o arco superior, encontram-se nas tabelas de 1 a 2 e para o arco inferior, nas tabelas 3 e 4.

TABELA 1 – Valores obtidos para cada dente superior (milímetros).

DENTE	PAQUÍMETRO		BLENDER	
	Altura	Largura	Altura	Largura
11	10,6	7,1	12,3	7,2
12	8,9	5,9	9,9	5,9

13	11,6	5,9	11,8	5,7
14	9,5	5,1	9,9	5,2
15	9,0	4,5	9,6	4,4
16	6,1	8,8	6,4	8,1
17	6,1	8,4	6,1	7,9
18	6,4	7,8	6,8	7,6
21	10,5	7	12,1	6,8
22	9,8	5,8	11,2	5,6
23	10,2	5,9	10,5	5,4
24	8,9	5,1	9,0	5
25	8,4	4,4	8,8	4,5
26	7,0	8,8	7,0	8,3
27	5,0	8	5,0	7,6
28	3,8	8,1	3,7	7,9

TABELA 2 – Valores obtidos para as dimensões transversais do arco dentário superior (milímetros).

	PAQUÍMETRO	BLENDER
C-C	35,2	35,6
LM-CD	20,2	20,5
LM-CE	20,7	20,8
1M-1M	39,5	40,4
2M-2M	45,8	45,4
3M-3M	51,9	52,1

Legenda: C-C (distância intercaninos); LM-Cd (distância linha média a ponta de cúspide do canino direito); LM-Ce (distância linha média a ponta de cúspide do canino esquerdo); 1M-1M (distância intermolares – primeiro molar); 2M-2M (distância intermolares – segundo molar) e 3M-3M (distância intermolares – terceiro molar)

TABELA 3 – Valores obtidos para cada dente inferior (milímetros).

DENTE	PAQUÍMETRO		BLENDER	
	Altura	Largura	Altura	Largura
31	7,4	5	9,0	5
32	7,8	4	9,2	3,9
33	7,9	5,8	8,5	5,8
34	8,9	5	9,2	4,8
35	7,6	4,3	7,9	4,6
36	5,9	8,9	5,9	8,7
37	6,1	7,8	5,9	7,4
38	5,0	7,7	4,6	7,2
41	7,6	4,7	9,0	4,4
42	7,9	4,7	9,2	4,8
43	8,4	5,3	8,8	5,3
44	8,5	5,4	8,1	5,1
45	8,3	4,6	8,3	4,4
46	5,9	8,1	6,3	7,7
47	5,6	8,7	5,2	8,7
48	4,8	8	4,4	6,8

TABELA 4 – Valores obtidos para as dimensões transversais do arco dentário inferior (milímetros).

	PAQUÍMETRO	BLENDER
C-C	29,1	30,9
LM A CD	15,9	17,5
LM A CE	16,3	17,5
1M-1M	39,0	41,9
2M-2M	42,5	45,7
3M-3M	46,5	49,6

Legenda: C-C (distância intercaninos); LM-Cd (distância linha média a ponta de cúspide do canino direito); LM-Ce (distância linha média a ponta de cúspide do canino esquerdo); 1M-1M (distância intermolares – primeiro molar); 2M-2M (distância intermolares – segundo molar) e 3M-3M (distância intermolares – terceiro molar)

Posteriormente, foram comparados os valores obtidos entre as medições com paquímetro e o Blender® (tabelas 5 e 6).

TABELA 5 – Teste de Wilcoxon entre as medidas obtidas com o paquímetro e com o Blender®, no arco dentário superior.

	MEDIANA PAQ	MEDIANA BLEN	25% PAQ	25% BLEN	75% PAQ	75% BLEN	Z	P
ALTURA	8.900	9.300	6.325	6.700	9.900	10.675	- 3.075	0.002*
LARGURA	6.450	6.350	5.625	5.350	8.025	7.675	2.783	0.006*
C-C	37.350	38.000	24.325	24.500	44.225	44.150	- 1.258	0.248
LM – CD	37.350	38.000	24.325	24.500	44.225	44.150	- 1.258	0.248
LM – CE	37.350	38.000	24.325	24.500	44.225	44.150	- 1.258	0.248
1M – 1M	37.350	38.000	24.325	24.500	44.225	44.150	- 1.258	0.248
2M – 2M	37.350	38.000	24.325	24.500	44.225	44.150	- 1.258	0.248
3M – 3M	37.350	38.000	24.325	24.500	44.225	44.150	- 1.258	0.248

*Valor estatisticamente significante para $p < 0,05$

TABELA 5 – Teste de Wilcoxon entre as medidas obtidas com o paquímetro e com o Blender®, no arco dentário inferior.

	MEDIANA PAQ	MEDIANA BLEN	25% PAQ	25% BLEN	75% PAQ	75% BLEN	Z	P
ALTURA	7.600	8.200	5.900	5.900	8.000	9.000	- 1.601	0.116
LARGURA C-C	5.350	5.200	4.700	4.750	7.850	7.250	2.471	0.015*
LM – CD	34.050	36.400	19.500	20.850	41.625	44.750	- 2.201	0.031*
LM – CE	34.050	36.400	19.500	20.850	41.625	44.750	- 2.201	0.031*
1M – 1M	34.050	36.400	19.500	20.850	41.625	44.750	- 2.201	0.031*
2M – 2M	34.050	36.400	19.500	20.850	41.625	44.750	- 2.201	0.031*
3M – 3M	34.050	36.400	19.500	20.850	41.625	44.750	- 2.201	0.031*

*Valor estatisticamente significante para $p < 0,05$

Comparando-se os valores obtidos com o paquímetro e com o Blender, o arco dentário superior obteve uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando foram analisados os resultados em altura e largura, uma vez que os resultados obtidos na análise das medidas transversais não apresentaram essa diferença. O arco dentário inferior, por sua vez, apresentou um resultado favorável quando se tratou da altura, porém quando analisamos a largura e as medidas transversais, elas apresentaram diferenças estatisticamente significativas (tabelas 5 e 6).

Quando comparamos as medidas do arco superior (tabela 5), observamos que as medidas transversais do arco dentário, representadas pelas distâncias entre as pontas de cúspides mesiolinguais superiores dos molares; pelas distâncias entre as pontas de cúspides dos caninos superiores e, a distância entre a linha média e as pontas das cúspides dos caninos direito e esquerdo, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$). Este resultado sugere que provavelmente não houve deformação transversal do arco dentário no momento da aquisição da imagem e na reconstrução tridimensional. Estes resultados também foram observados por Zotti *et al.*, 2022, que visou analisar e comparar em seu estudo, se haveria diferença acerca da precisão e veracidade das medidas mensuradas a partir de um mesmo modelo de gesso digitalizado pelo método fotogramétrico e digitalizado por

um scanner intrabucal e scanner extrabucal. Comparou-se as medidas do modelo de gesso obtidas por um paquímetro, com as medidas obtidas a partir dos modelos digitalizados dos 3 diferentes métodos. Dessa forma pode-se verificar em seu estudo, que as medidas transversais não obtiveram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

Desta forma, as medidas referentes as faces vestibulares dos dentes (altura e largura) mostraram-se bastantes sensíveis a esta metodologia, demonstrando diferença estatisticamente significativa em ambas as variáveis, no arco superior (tabela 5). Esse dado pode ser explicado pela diferença entre as medidas em altura realizadas entre o paquímetro e Blender dos dentes 11, 12 e 21, 22. Com relação a largura dos dentes, a grande diferença observada nos resultados dos molares (dentes 16, 17 e 26), pode ter interferido nos resultados. Em seu estudo, Zotti *et al.*, 2022 também utilizou medidas referentes as faces vestibulares (largura e altura) dos dentes, em que se pode verificar, quando comparou seus resultados, que ao analisar a precisão do método pelo teste ANOVA a dois critérios, teve um resultado de $p = 0,98$, que não demonstra haver diferenças significativas entre os resultados comparados. Quando analisou a veracidade do método, pelo teste ANOVA bidirecional, obteve-se o resultado de $p = 0,20$, que também não demonstrou diferença significativa.

Acerca dos resultados encontrados na comparação das medidas do arco dentário inferior (tabela 6), apenas o resultado referente à altura ($p = 0,116$) não apresentou diferença estatisticamente significativa. As medidas transversais, representadas pela distância entre as pontas de cúspide méso-palatina/lingual inferior, a distância entre as pontas de cúspides dos caninos inferiores e, a distância entre a linha média e as pontas das cúspides dos caninos direito e esquerdo, e largura apresentaram diferenças estatisticamente significativa entre as medidas encontradas no Blender e as medidas do paquímetro. Esse resultado corrobora com o achado de Stuaní *et al.*, 2019. Nesse estudo pode-se verificar maiores discrepâncias na distância entre as cúspides méso-vestibulares dos primeiros molares quando comparado com a distância da cúspide de canino a canino, o que pode sugerir que haja uma menor precisão do modelo digital quando este avança para região posterior.

Algumas considerações podem ser responsáveis pela diferença observada: o software Blender apresenta uma capacidade de mensuração com maior acurácia do que o paquímetro. Do ponto de vista clínico, a diferença entre ambos os dispositivos

de medição foi em média de -0,51875mm para a altura do arco superior, 0,21875mm para a largura do arco superior, -0,36875mm para a altura do arco inferior e 0,2125mm para a largura do arco inferior. Da análise desses resultados, o software apresentou valores maiores para a altura e valores menores para a largura. Contudo, o parâmetro considerado para as mensurações foi o estabelecimento da maior altura e a maior largura, o que pode ter sido responsável pela diferença.

Outra variável a ser considerada é a forma da tomada fotográfica. Embora a posição tenha sido padronizada, observou-se uma maior diferença nas imagens na região anterior dos arcos dentários e nas oclusais do arco inferior, que pode ter ocorrido na tomada fotográfica e conseqüentemente, dificultado o processo de reconstrução tridimensional do modelo pelo aplicativo. Zotti *et al.*, 2022, tirou 25 fotos paralelas ao plano oclusal e 25 fotos com ângulo de 30° do plano oclusal ao redor do modelo. Acerca de seus resultados, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Deve-se considerar, que mesmo o resultado sendo favorável, tanto Zotti *et al.*, 2022, quando Al-Rudainy; Al-Lami; Yang, 2022, em seus estudos, apontaram que também observaram maiores diferenças nas áreas oclusais.

Uma variável adicional a ser ponderada, consiste na posição da luz quando a imagem foi capturada. Uma lanterna de celular foi posicionada acima do modelo, no centro, porém mesmo assim, foi possível notar a presença de sombras em algumas regiões, devido a luz estar incidindo somente no centro. Pojda *et al.*, 2021 concluiu em seu trabalho, que visou avaliar quanto a iluminação, o desfoque, a qualidade da câmera e o número de fotografias implicavam no resultado da digitalização de imagens 3D, que os melhores resultados foram obtidos quando as fotos não apresentavam sombras.

CONCLUSÕES

A fotogrametria consiste numa tecnologia acessível atualmente por meio de aplicativos para celulares. Embora o desenvolvimento desta tecnologia tenha objetivado uma aplicação mais “lúdica” do dispositivo, a possibilidade de utilizá-la para fins específicos como na Odontologia abre um leque de opções para a sua aplicabilidade. Este estudo piloto consistiu na avaliação quantitativa e comparativa entre mensuração em um objeto real e a imagem 3D obtida. Algumas regiões demonstraram uma vulnerabilidade maior nesta comparação. Esta diferença pode ter ocorrido por alguns fatores como ângulo da tomada fotográfica, iluminação ou dos

parâmetros utilizados para as medições. Desta forma, sugere-se novos estudos para verificar se estas variáveis estariam presentes em outras metodologias considerando estas observações.

REFERÊNCIAS

- AL-RUDAINY, D.; ADEL AL-LAMI, H.; YANG, L. Validity and reliability of three-dimensional modeling of orthodontic dental casts using smartphone-based photogrammetric technology. **Journal of the World Federation of Orthodontists**, v. 12, n. 1, p. 9–14, fev. 2023.
- BATISTELA, G.; MORAES, C.; MIAMOTO, P. Comparação entre cinco sistemas de digitalização 3D por fotogrametria aplicados à antropologia forense e odontologia legal. **Revista Brasileira de Odontologia Legal – RBOL**, p. 24–33, 17 mar. 2017.
- BARTELLA, A. K. *et al.* Accuracy of low-cost alternative facial scanners: a prospective cohort study. v. 27, n. 1, p. 33–41, 5 mar. 2022.
- BERI, A. *et al.* Evaluation of accuracy of photogrammetry with 3D scanning and conventional impression method for craniomaxillofacial defects using a software analysis. **Trials**, v. 23, p. 1048, 2022. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-07005-1>.
- BUENO, George Nunes. **Confiabilidade de diferentes métodos de aquisição de modelos digitais**. 2014. 65f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- FLEMING, P. S.; MARINHO, V.; JOHAL, A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. **Orthod. Craniofac. Res.**, v. 14, p. 1-16, 2011.
- MORAES, C.; ROSA, E.; DORNELLES, R. Fotogrametria para arcadas dentárias - Protocolo e comparação. In: **OrtogOnBlender - Documentação Oficial**. [s.l.]: Cícero André da Costa Moraes, 2020. p. 215–233.
- NOGUEIRA, B. **Escaneamento extraoral para análise facial na odontologia**. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”: [s.n.].
- POJDA, D. *et al.* Integration and application of multimodal measurement techniques: relevance of photogrammetry to orthodontics. **Sensors**, v. 21, n. 23, p. 8026, 1 dez. 2021.
- REGINALDO, I. **Universidade Federal de Santa Catarina Campus Florianópolis Centro de Ciências da Saúde Departamento de Odontologia Curso de Odontologia**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/247227/TCC%20vers%C3%A3o%20final%20com%20mendeley%20com%20ajustes%20da%20banca%20%283%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 set. 2023.

SALAZAR-GAMARRA, R. *et al.* Monoscopic photogrammetry to obtain 3D models by a mobile device: a method for making facial prostheses. **Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery**, v. 45, n. 1, 25 maio 2016.

SILVESTER, C. M.; HILLSON, S. A critical assessment of the potential for Structure-from-Motion photogrammetry to produce high fidelity 3D dental models. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 173, n. 2, p. 381–392, 4 ago. 2020.

STUANI, V. T. *et al.* Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: a proof of concept. **Medical Hypotheses**, v. 128, p. 43–49, jul. 2019.

ZOTTI, F. *et al.* Digital dental models: is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners? **Dent J.**, v. 10, n. 24, 2022.
<https://doi.org/10.3390/dj10020024>