

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 10/03/2025.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Básia Rabelo Nogueira

Escaneamento extraoral para análise facial na odontologia

Araraquara

2023



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Básia Rabelo Nogueira

Escaneamento extraoral para análise facial na odontologia

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas na área de Dentística Restauradora

Orientador: Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior

Araraquara

2023

N778e

Nogueira, B́asia Rabelo

Escaneamento extraoral para ańlise facial na odontologia / B́asia Rabelo Nogueira. -- Araraquara, 2023

80 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientador: Osmir Batista Oliveira J́unior

1. Imageamento Tridimensional. 2. Antropometria. 3.
Fotogrametria. 4. Toxinas Botuĺnicas Tipo A. I. T́itulo.

Sistema de geraç~o autoḿtica de fichas catalogŕficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha n~o pode ser modificada.

Básia Rabelo Nogueira

Escaneamento extraoral para análise facial na odontologia

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutora em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior

2º Examinador: Prof. Dr. Hermes Pretel

3º Examinador: Prof^a. Dr^a. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

4º Examinador: Prof. Dr. Rubens Spin Neto

5º Examinador: Prof. Dr. Rogério de Lima Romeiro

Araraquara, 10 de março de 2023

DADOS CURRICULARES

Básia Rabelo Nogueira

NASCIMENTO: 27 de Maio de 1993 – Fortaleza - Ceará

FILIAÇÃO: Maria Arlete Rabelo Nogueira e Carlos Augusto Nogueira

2011 – 2015: Curso de Graduação em Odontologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI).

2016 – 2018: Curso de Pós-graduação em Odontologia, área de concentração em Clínica Odontológica, nível Mestrado. Universidade Federal do Piauí (UFPI)

2019 – 2023: Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Dentística Restauradora, nível Doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Odontologia, Câmpus de Araraquara.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por me dar forças nas horas que mais precisei, me mostrar o caminho nos momentos em que o busquei, por ser meu protetor e fonte inesgotável de esperança.

Aos meus pais, **Carlos e Arlete**, pelo dom da vida, pela dedicação e por sempre acreditarem no meu potencial.

Aos meus irmãos, **Aluma e Carlos Filho**, pelos momentos de alegria, descontração e por me fazerem uma pessoa melhor a cada dia.

Ao **Paulo Vitor Lopes Barros**, pelo companheirismo, incentivo e apoio, mesmo quando a distância.

Aos meus familiares, tios, primos (as) e avós que mesmo de longe sempre torceram pelo o meu sucesso.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior**, sempre muito solícito em todas as etapas da pesquisa. Foi uma honra conviver com sua genialidade.

Ao **Prof. Dr. Hermes Pretel**, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação ao trabalho. Obrigada por me fazer enxergar além na odontologia.

Aos meus eternos professores **Prof. Dr. Raimundo Rosendo Prado Júnior e Prof.^a Dr.^a Regina Ferraz Mendes**, nos quais me espelho desde a graduação e que estiveram do meu lado nos momentos que mais precisei.

Ao corpo docente da **Faculdade de Odontologia de Araraquara**, por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para o meu crescimento técnico e científico.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas**, representado pela coordenadora Profa. Dra. Andreia Bufalino.

Aos Professores membros da Banca Examinadora: **Prof.^a Dr.^a Juliane Maria Guerreiro Tanomaru, Prof. Dr. Rubens Spin Neto e Prof. Dr. Rogério de Lima Romeiro** por terem aceitado o nosso convite para avaliar e contribuir com este trabalho.

À **Sra. Creusa Maria Hortenci**, funcionária do Departamento de Odontologia Restaurada, pelos momentos de felicidade e descontração, além do seu cuidado de mãe com todos.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara, que sempre estavam dispostos a ajudar na organização, instalação e manutenção dos equipamentos e ambiente de trabalho.

À Seção Técnica de Pós-Graduação, em especial ao assistente administrativo **Sr. Cristiano Afonso Lamounier**, pela educação, solicitude e gentileza que trata todos os discentes.

Ao meu querido amigo **João Felipe Besegato** que foi apoio fundamental durante todo o curso e estadia na cidade de Araraquara. Que a nossa amizade cresça e se fortaleça cada vez mais. Foi um privilégio dividir alegrias e até as aflições com você.

Ao meu amigo de longa data (graduação, mestrado e doutorado) **Aryvelto Miranda Silva**, obrigada pelo seu apoio e incentivo, foram fundamentais para realizar e finalizar mais esta etapa acadêmica.

Às minhas amigas **Eran Almeida, Tatiane Manzoli e Joissi Zaniboni**, tenham certeza que a vida em Araraquara não seria a mesma sem vocês. Vou guardar sempre nossos momentos de alegria que tornaram tudo isso mais leve.

Aos amigos de pós-graduação **Joatan Lucas e Matheus Vitória**, pela colaboração e empenho durante a realização das pesquisas.

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP**, em nome de seu diretor **Prof. Dr. Edson Alves de Campos**, é uma honra para mim levar o nome dessa instituição.

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara**, representado pela chefe **Prof. Dr. Mario Tanomaru Filho**.

À empresa **Done 3D**, na pessoa de **Thomaz Faraco Zanetti e Ricardo Kimura** por toda colaboração durante o uso dos equipamentos e softwares, desde a instalação à obtenção dos resultados finais.

À **CAPES**: O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Aos participantes da pesquisa por confiarem no meu conhecimento e permitirem a execução da pesquisa.

“Lembre-se que Jesus Cristo, um ser humano igual a você, passou pelos mais dramáticos sofrimentos e os superou com a mais alta dignidade. Seja um apaixonado pela vida como ele foi. Lembre-se que, por amar apaixonadamente a humanidade, ele teve o mais ambicioso plano da história. Nesse plano você é uma pessoa única, e não mais um número na multidão.”
Augusto Cury*

* Cury A. O mestre da vida: Jesus, o maior semeador da alegria, liberdade e esperança. Rio de Janeiro: Sextante; 2020.

Nogueira BR. Escaneamento extraoral para análise facial na odontologia [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

RESUMO

O diagnóstico correto, feito através de imagens, e o planejamento dos procedimentos de Harmonização Orofacial (HOF) são de extrema importância para o sucesso do tratamento. Scanners faciais que funcionam com a tecnologia de luz estruturada ou fotogrametria podem ser úteis por proporcionarem a captura de imagens que geram modelos 3D de forma confiável, prática e com maior biossegurança. Além de, permitir a extração de medidas antropométricas dos pacientes através de software específico para aferições quantitativas de volume bem como estimativas de alteração das medidas de antes e depois de tratamentos com HOF. Entretanto, não existe ainda um protocolo definido de escaneamento utilizando a tecnologia mais apropriada. O objetivo desse trabalho foi avaliar e comparar a acurácia de um scanner com tecnologia de fotogrametria, Cloner 3D (Cloner scanning cabin, dOne 3D – Ribeirão Preto – SP – Brasil) comparando-o com um sistema de luz estruturada (Bellus3D Face Camera Pro-Bellus3D, Inc. Los Gatos, CA, USA) e descrever um protocolo de alinhamento e comparação de modelos 3D obtidos durante o tratamento com toxina botulínica (TB) a fim de avaliar qualitativamente as alterações proporcionadas pelo tratamento. Na primeira etapa, onze participantes foram incluídos no estudo. Nove etiquetas adesivas foram utilizadas para identificar os marcos faciais: Trichion (Tri), Glabella (G), Exocanto direito (Exr) e esquerdo (Exl), pronasal (Pn), Subnasal (Sn), Ângulo direito (Chr) e esquerdo (Chl) da boca e Mentoniano (Me). Dois examinadores treinados e calibrados foram responsáveis por realizar sete medidas lineares (Tri-G, Sn-Me, Exr-Exl, Chr-Chl, Exr-Chr, Exl-Chl, Pn-Sn) primeiramente com paquímetro digital e posteriormente em um modelo tridimensional obtido com tecnologia fotogramétrica. As avaliações foram realizadas dividindo os pacientes em dois grupos, com cross-over e wash-out de 7 dias para avaliação da calibração intra-examinador. O coeficiente de correlação intraclasse (ICC), desvio padrão e correlação de Bland Altman foram utilizados para comparar as medidas realizadas. Na segunda etapa, com 10 pacientes, as mesmas medidas faciais foram aferidas utilizando um scanner de luz estruturada e pelo scanner fotogramétrico, pelos dois avaliadores, e então comparadas com as do paquímetro digital. O ICC e correlação de Bland Altman foram utilizados. Após a validação do scanner fotogramétrico, na terceira etapa, o mesmo foi utilizado para o registro de pacientes tratados com TB. Através de um protocolo de alinhamento e comparação de modelos 3D, utilizando um software gratuito, foram gerados mapas de cores indicando a diferença entre as nuvens 3D e analisou-se qualitativamente os resultados. O ICC obtido nas duas primeiras etapas foi excelente ($ICC > 0,9$). O scanner fotogramétrico mostrou acurácia clinicamente aceitável variando em $-0,8\text{mm} \pm 1,2\text{mm}$. O scanner fotogramétrico apresentou maior acurácia ($-0,664 \pm 1,056\text{mm}$) comparado ao scanner de luz estruturada ($-1,010 \pm 1,556\text{mm}$). Com o protocolo adotado na terceira etapa foi possível avaliar qualitativamente os efeitos da TB durante o tratamento.

Palavras-chave: Imageamento Tridimensional. Antropometria. Fotogrametria. Toxinas Botulínicas Tipo A.

Nogueira BR. Extraoral scanning for facial analysis in dentistry [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

ABSTRACT

The correct diagnosis, made through images, and planning of Orofacial Harmonization (HOF) procedures are extremely important for the success of the treatment. Facial scanners that work with structured light technology or photogrammetry can be useful for providing the capture of images that generate 3D models in a reliable, practical way and with greater biosafety. In addition, it is possible the extraction of anthropometric measurements of patients through specific software for quantitative measurements of volume as well as estimates of change in measurements before and after treatments with HOF. However, there is still no defined scanning protocol using the most appropriate technology. The objective of this work was to evaluate and compare the accuracy of a scanner with photogrammetry technology, Cloner 3D (Cloner scanning cabin, dOne 3D – Ribeirão Preto – SP – Brazil) comparing it with a structured light system (Bellus3D Face Camera Pro- Bellus3D, Inc. Los Gatos, CA, USA) and to describe a protocol for aligning and comparing 3D models obtained during treatment with botulinum toxin (BT) in order to qualitatively assess the alterations provided by the treatment. In the first stage, eleven participants were included in the study. Nine adhesive labels were used to identify the facial landmarks: Trichion (Tri), Glabella (G), right (Exr) and left (Exl) exocanthus, pronasal (Pn), Subnasal (Sn), right (Chr) and left (Chl) Chelion and Mentonian (Me). Two trained and calibrated examiners were responsible for performing seven linear measurements (Tri-G, Sn-Me, Exr-Exl, Chr-Chl, Exr-Chr, Exl-Chl, Pn-Sn) firstly with a digital caliper and later on a model three-dimensional image obtained with photogrammetric technology. The evaluations were carried out by dividing the patients into two groups, with a 7-day cross-over and wash-out to evaluate the intra-examiner calibration. The intraclass correlation coefficient (ICC), standard deviation and Bland Altman correlation were used to compare the measurements taken. In the second stage, with 10 patients, the same facial measurements were taken using a structured light scanner and a photogrammetric scanner, by the two evaluators, and then compared with the digital caliper. The ICC and Bland Altman correlation were used. After validation of the photogrammetric scanner, in the third stage, it was used to register patients treated with TB. Through a protocol of alignment and comparison of 3D models, using free software, color maps were generated indicating the difference between the 3D clouds and the results were qualitatively analyzed. The ICC obtained in the first two steps was excellent ($ICC > 0.9$). The photogrammetric scanner showed clinically acceptable accuracy ranging from $-0.8\text{mm} \pm 1.2\text{mm}$. The photogrammetric scanner showed greater accuracy ($-0.664 \pm 1.056\text{mm}$) compared to the structured light scanner ($-1.010 \pm 1.556\text{mm}$). With the protocol adopted in the third stage, it was possible to qualitatively assess the effects of BT during treatment.

Keywords: Imaging, three-dimensional. Anthropometry. Photogrammetry. Botulinum toxins, type A.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 09 |
| 2 PROPOSIÇÃO | 18 |
| 3 PUBLICAÇÕES | 19 |
| 3.1 Publicação 1 | 19 |
| 3.2 Publicação 2 | 40 |
| 3.3 Publicação 3 | 57 |
| 4 CONCLUSÃO | 71 |
| REFERÊNCIAS | 72 |
| APÊNDICE A | 77 |
| APÊNDICE B | 78 |
| ANEXO A..... | 79 |
| ANEXO B..... | 80 |

1 INTRODUÇÃO

Na odontologia, um exame clínico minucioso, modelos de estudo de boa qualidade, radiografias e fotografias intra e extraorais são ferramentas essenciais para o diagnóstico, planejamento e prognóstico em tratamentos que envolvam alterações morfológicas da face. Nos últimos tempos, ferramentas que envolvem tecnologia digital como escaneamento intraoral, planejamentos virtuais, cirurgias guiadas e impressões tridimensionais (3D) trouxeram vantagens como maior previsibilidade do tratamento escolhido, melhores resultados e facilidade de comunicação com o paciente^{1,2}.

A procura por procedimentos estéticos, também na odontologia, tem crescido em grande escala. Observa-se que cirurgiões-dentistas (CD) e pacientes tem buscado outros aspectos além da estética dental como um fator de complemento para procedimentos restauradores estéticos focando também na estética da face. Dessa forma, tratamentos como ortodontia, cirurgia ortognática, harmonização orofacial e de malformações genéticas ou patológicas requerem cada vez mais uma avaliação precisa e completa da face³⁻⁵.

A evolução digital, citada anteriormente, estendeu-se para o campo extraoral com a análise quantitativa facial realizada com tecnologias tridimensionais^{6,7}. Métodos tradicionais como o paquímetro e fitas métricas se mostram cada vez mais obsoletos, já que, por serem dependentes do operador estão sujeitos a erros inerentes de calibração e de reprodutibilidade. Além disso, requerem um certo tempo para serem realizadas com cautela o que pode fadigar ou causar desconforto para o paciente interferindo nas medições⁸.

Fotografias digitais também tem sido usadas como ferramentas para análise facial. Entretanto, a face humana possui natureza tridimensional com estruturas geométricas de diferentes profundidades e texturas e este método não permite sua reprodução fidedigna porporcionando falhas na estimativa de distâncias e volumes^{8,9}. Como consequência, a previsibilidade dos resultados e do diagnóstico é limitada⁸. Além disso, a dificuldade de padronização dos registros, alteração de luminosidade torna a comparação do antes e depois do tratamento não confiável¹⁰.

Os sistemas 3D têm surgido para suprir a deficiência inerente a fotografia para a avaliação qualitativa e quantitativa de tratamentos estéticos principalmente os que envolvem alteração volumétrica da face. Fundamentalmente, a tecnologia 3D, no que

se refere a análise facial, possibilita a reprodução de pontos nos planos X, Y e Z. Estes são usados para cálculos de distâncias lineares, volume e ângulos¹⁰. A tomografia computadorizada facial é um exemplo de método que permite a análise tridimensional da face, entretanto ela só permite o detalhamento de superfícies e volume ósseo, informações como textura e cor são então falhas¹¹.

Um método de análise facial deve ser não invasivo, de baixo custo, rápido, possibilitar a criação de um banco de dados digital e promover visualização, simulação de procedimentos e análises quantitativas¹². Scanners faciais são então instrumentos favoráveis para a análise facial quantitativa já que permitem a medição óptica da face sem contato físico e sua posterior reconstrução e digitalização em arquivo 3D^{13,14}. São também mais seguros, isentos de radiação, menos invasivos e confiáveis para avaliar a morfologia facial^{7,13-17}. A obtenção do modelo facial 3D permite sua análise por software auxiliar para obtenção de medidas lineares, quantificação de área, volume e ângulos além da comparação de padrões de pontos de referência ou de faces inteiras^{6,18,19}. Assim, o diagnóstico e o planejamento clínico podem ser realizados digitalmente, facilitando comunicação com o paciente, armazenamento de dados e otimização do tempo do profissional^{6,20}.

Esses equipamentos têm sido introduzidos de forma cada vez mais econômica no mercado, através do desenvolvimento de dispositivos mais simples, práticos e efetivos²¹. Características como cor real da pele, textura e morfologia da face são então reproduzidas digitalmente, e a partir delas o profissional pode ser auxiliado no diagnóstico e planejamento dos seus casos. Pelo fato de não haver contato físico entre o equipamento e o paciente, os scanners faciais não causam a alteração de posição das estruturas bem como promove o controle da biossegurança, diferente de outras técnicas de análise facial como paquímetro, fita métrica e régua^{10,22}.

A avaliação do desempenho de cada scanner é importante para garantir sua aplicação clínica segura e torná-lo uma ferramenta eficiente para a análise quantitativa facial^{15,22-26}. Para isso, a norma ISO 5725-1 define parâmetros importantes que devem ser avaliados em equipamentos de medição. A acurácia de um equipamento pode ser medida pela veracidade e precisão. No caso dos scanners, a veracidade está relacionada à capacidade de fornecer um modelo 3D o mais próximo possível do modelo real. Precisão refere-se à capacidade de fornecer as mesmas medidas ao capturar as mesmas imagens em momentos diferentes e em situações semelhantes²⁷.

Muitos fatores podem influenciar na precisão do scanner 3D, como a capacidade de registrar detalhes, textura, alcance de varredura e iluminação^{28,29}.

Quantificando o limite dessa acurácia para análise facial, alguns autores consideram aceitável um limite de erro de até 3mm, outros definem com mais rigor um erro de apenas 1 mm³⁰⁻³². A maioria das pesquisas realizadas com o objetivo de validar scanners defendem que aquele equipamento que apresenta um erro de até 2mm pode ser utilizado com confiabilidade clínica^{12,26,30,33,34}. Vale ressaltar que, a depender do grau de exigência estética do procedimento a ser realizado, o profissional deve avaliar criteriosamente a segurança que o equipamento irá trazer para o resultado final²².

Com base no tipo de equipamento um scanner pode ser fixo ou portátil. Os fixos são aqueles onde os dispositivos ópticos são estabilizados em tripés ou outros tipos de suporte. Algumas de suas desvantagens são a necessidade de espaço físico para o seu funcionamento e de calibração frequente do equipamento. Os portáteis, são aqueles compactos e sem fio. São mais práticos, devido a facilidade de transporte. Entretanto, são mais frágeis com relação ao risco de danos ao equipamento^{12,17}. Em uma revisão sistemática publicada recentemente, os pesquisadores não encontraram diferença estatística entre os dois tipos de scanner no que diz respeito as medidas lineares aferidas a partir dos modelos 3D gerados por cada um. As configurações do scanner, o protocolo de escaneamento, controle de movimentos faciais involuntários e identificação correta dos pontos de referência são fatores que influenciaram mais na acurácia do equipamento¹².

Duas tecnologias de escaneamento vêm sendo amplamente usadas na prática clínica incluindo a ortodontia, cirurgia ortognática e odontologia estética. A fotogrametria, que tem se popularizado devido à rapidez na aquisição das imagens e facilidade de uso, sem a necessidade de treinamento complexo³⁰. Sistemas com essa tecnologia capturam imagens 2D de um objeto em diversos ângulos e as sobrepõem, formando o modelo 3D²³. A rápida aquisição de imagem é uma das principais vantagens da fotogrametria, visto que as imagens são capturadas em menos de 1 segundo, diminuindo a ocorrência de movimentos involuntários durante o escaneamento e conseqüente distorção da imagem⁶.

A fotogrametria pode ser dividida em duas classificações. A estereofotogrametria, na qual as imagens são capturadas simultaneamente por várias câmeras em diferentes posições em relação ao objeto, e a fotogrametria

monoscópica, quando uma única câmera realiza capturas sequenciais em diferentes alturas e ângulos do objeto, nesse caso aumenta-se o tempo de captura das imagens^{35,36}.

A estereofotogrametria tem sido amplamente utilizada no ramo das pesquisas e no ambiente clínico. Fatores como posicionamento facial neutro do paciente, iluminação adequada, remoção de objetivos refletivos, como os metálicos, cabelo e remoção da oleosidade do rosto do paciente, podem aumentar a qualidade de escaneamento desses sistemas. O operador também pode, se necessário, realizar capturas adicionais da imagem, a fim de registrar melhor áreas não visíveis³⁵.

Outro tipo de tecnologia empregada no escaneamento facial é a de luz estruturada, na qual padrões de luz são projetados sobre o objeto, e a partir da deformação dessa luz constroem o modelo 3D⁶. Esse padrão de luz pode ser visível ou não (infravermelho), e apresentar cores que variam de azul a branca.³⁶ Nessa tecnologia, o tempo de escaneamento costuma ser maior, o que facilita a ocorrência de movimentos involuntários que podem causar distorção no modelo 3D. Além disso, demanda destreza do operador na movimentação ou estabilização do paciente durante o processo de captura⁶.

Pesquisas que comparam as duas tecnologias mostram que não existem diferenças entre elas no que diz respeito a confiabilidade e reprodutibilidade das mesmas^{23,31}. Entretanto, novos scanners são constantemente introduzidos no mercado com diferenciais como melhor resolução das câmeras, amplitude de varredura e número de imagens capturadas. Portanto, é interessante avaliar a viabilidade do seu uso clínico bem como o seu custo-benefício²².

Como exemplo de scanner recentemente desenvolvido, tem-se a cabine de escaneamento facial Cloner (dOne 3D) que utiliza a tecnologia de fotogrametria (estereofotogrametria). Nesse equipamento 16 câmeras fazem a captura simultânea da imagem em aproximadamente 0,4 segundos possibilitando maior precisão e confiabilidade do escaneamento. A sobreposição das imagens ocorre a partir da seleção de pontos semelhantes entre elas. O equipamento possui uma dimensão de 70 x 104 x 50 cm e peso de 38kg (sem a mesa de suporte). O equipamento tem sido amplamente usado no Brasil, porém, ainda não existem pesquisas clínicas avaliando o seu desempenho.

A facilidade de padronização das capturas realizadas neste equipamento é uma de suas vantagens. Linhas de laser (verticais e horizontais) projetadas na face

do paciente auxiliam no posicionamento do paciente. Ao realizar a captura as 16 imagens são projetadas na tela do computador, tablet ou celular, e o operador tem a oportunidade de avaliar a sua qualidade, presença de erros ou mal posicionamento, e, caso necessário, repetir a captura. A combinação de aquisição rápida e cobertura superficial expandida (até 180 graus) contribui para a obtenção de modelos 3D de alta qualidade e resolução através deste scanner.

O Bellus 3D Face Camera Pro é um scanner de luz estruturada que se destaca pela sua pequena dimensão, tornando-o mais prático já que não precisa de um espaço físico extenso para o seu uso. Esse aparelho é composto por dois sensores infravermelhos de 1 MP (1280x800), um sensor de 2MP a cores (1600x1200) e um foco fixo. Estudos recentes investigaram a acurácia deste scanner e encontraram bons resultados^{26,38}. Entretanto, não existem ainda estudos que comparem a performance deste scanner com scanners fotogramétricos. O Bellus 3D realiza o procedimento de escaneamento em aproximadamente 14 segundos, e durante este tempo é necessário que o paciente mantenha a mesma expressão facial, o que torna o procedimento complexo, e com maiores possibilidades de interferências²⁶. O software responsável por esse processamento é o Bellus3D Face Camera Android e Windows SDK. O aparelho deve ser utilizado acoplado a um tablet ou aparelho celular.

O processamento da imagem 3D se inicia com a captura da imagem pelo scanner seguido por pré-processamento, o qual envolve a filtragem de ruídos da imagem e de distorções geométricas causadas pelo sensor, além de separar o objeto principal do plano de fundo. Então, obtém-se uma nuvem de pontos 3D desorganizados distribuídos nos três planos (X, Y e Z). O software de reconstrução interliga esses pontos formando uma malha 3D formada por triângulos ou polígonos que juntos formam o modelo 3D³⁹.

O escaneamento facial com smartphone tem ganhado popularidade nas práticas de desenho digital do sorriso e de educação do paciente, por ser uma alternativa rápida, fácil acesso e manipulação. Esta tecnologia é favorável para profissionais que atuam na clínica geral e buscam aprimoramento nos seus atendimentos e comunicação com o paciente⁴⁰.

As vantagens e desvantagens de cada scanner estão relacionadas ao tempo de escaneamento, calibração, custo e manutenção do equipamento influenciado diretamente pela tecnologia de escaneamento³⁷. Dessa forma, comparar a efetividade

ao realizar mensurações faciais de cada scanner é fundamental para buscar melhor aproveitamento profissional, juntamente com um excelente custo-benefício^{37,41}.

Uma revisão sistemática e metanálise comparou a acurácia das tecnologias de escaneamento, incluindo fotogrametria, luz estruturada e scanners a laser. O estudo incluiu vinte e nove artigos, a maioria deles tendo como grupo controle a antropometria direta feita com o paquímetro digital. Os autores não encontraram superioridade de nenhuma tecnologia. Fatores como a iluminação, escolha dos pontos de referência, micromovimentos involuntários e posição do paciente parecem ser mais importantes do que a tecnologia de escaneamento. Além disso, os autores indicaram que uma acurácia de 0,6mm seria o ideal para consolidar o uso do scanner no dia-a-dia clínico⁴².

Os modelos 3D são armazenados em arquivos que codificam a geometria e aparência dos mesmos. Dentre eles os mais comumente utilizados são: o STL (Standart Triangle Language) que é o mais compatível com a maioria dos sistemas e possui o processamento mais rápido já que é simples e menor. Considerado o formato de arquivo padrão para impressão 3D. Entretanto, tem menos resolução já que armazena apenas dados de geometria e não reproduz cores e textura. Além disso, pode ter falhas na triangulização e fornecer uma escala não exata do objeto³⁹.

Outro tipo de formato, o OBJ (Object File Wavefront 3D) suporta a geometria não só de triângulos, mas também de outros polígonos permitindo contornos mais suaves além da reprodução de cores e texturas. Apesar da compatibilidade limitada por possuir dados complexos, este tipo de arquivo armazena dados com mais precisão. O formato PLY (Polygon File Format) possui características mais amplas como melhor resolução e capacidade de identificar transparências. Entretanto, é o mais complexo entre eles³⁹.

Para analisar um modelo 3D é preciso de um software específico para esse processo. Através deles é possível mensurar distâncias lineares, ângulos, curvaturas, volume e área^{3,29,43}. Dentre eles, o CloudCompare se destaca por ser de livre acesso e proporcionar o processamento rápido de imagens 3D em nuvem de pontos permitindo assim a quantificação de distância, estimativa de características como densidade, curvatura e rugosidade, desde que as imagens tenham sido captadas de maneira homogênea, com a mesma padronização⁴⁴.

Um estudo in vitro, comparou a eficiência de quatro softwares (Geomagic control X, GOM Inspect, Cloudcompare, e Materialise 3-matic) na análise 3D de um

arco dental completo, meio arco e apenas uma região do arco com um dente preparado para coroa total. Os autores fizeram as análises através do alinhamento dos modelos 3D a outro modelo de referência, então calcularam as distâncias entre os pontos de cada nuvem 3D. Quando áreas menores foram comparadas, alguns softwares apresentaram resultados diferentes, e quanto maior era a área avaliada, mais semelhantes eram os resultados fornecidos pelos quatro programas. Dessa forma, os autores concluíram que o software de análise deve ser escolhido com base no seu objetivo, para assim garantir melhor precisão. Essas diferenças existem por causa do algoritmo de análise de cada programa⁴⁵.

Diante do exposto, ficam evidentes as inúmeras possibilidades que a tecnologia facial 3D traz para a área médica e odontológica. Na área da ortodontia de cirurgia bucomaxilofacial, a análise e quantificação de assimetrias faciais proporcionada pelo uso de um scanner juntamente com um software de análise é uma ferramenta auxiliar importante, já que essas condições podem representar alterações patológicas, como tumores, que devem ser avaliados com cautela⁴⁶. Este recurso, permite a comparação das lesões em diferentes estágios avaliando, assim, a efetividade do tratamento.⁴⁷ Com esse propósito, destaca-se tratamentos realizados em pacientes com fissura labiopalatais. Diversos estudos têm mostrado que a avaliação do tratamento destes utilizando um scanner facial tem ajudado no planejamento e maior previsibilidade dos casos^{33,48}.

Com relação a Ortodontia, especificamente, o armazenamento de dados digitais, incluindo modelos faciais 3D, dispensa a necessidade de estocagem de materiais que ocupam um espaço físico considerável dentro de um consultório. Além disso, a simulação de alterações de tecidos moles da face causada por movimentos ortodônticos facilita o planejamento e a comunicação com o paciente^{46,47}.

Relatos clínicos sobre a integração do escaneamento extraoral e intraoral tem sido cada vez mais comum, o que traz diversas vantagens para a área da reabilitação⁴⁹. A sobreposição dos dois modelos torna possível o planejamento e enceramento digital avaliando quesitos como o paralelismo da linha interpupilar com a prótese e relação entre a linha média facial e dental diretamente no modelo 3D⁵⁰.

Na área da odontologia estética, também pode-se observar as vantagens que estão atreladas ao escaneamento facial^{16,51}. Nesse campo, destaca-se a área da harmonização orofacial (HOF) que ganhou força desde a divulgação da Resolução CFO-198/2019 que reconheceu a mesma como uma especialidade odontológica

refletindo a demanda da sociedade e a necessidade de expansão da classe profissional⁵². Dessa forma, a realização de práticas como o uso de preenchedores faciais, toxina botulínica, bioestimuladores e fios de sustentação passaram a ser legalizadas para o cirurgião dentista desde que o mesmo tenha conhecimento da anatomia cabeça e pescoço e da farmacologia e farmacoterapia dos produtos utilizados.

A HOF dentro da odontologia engloba procedimentos cosméticos e terapêuticos com o enfoque de devolver função e estética para o paciente^{53,54}. Algumas aplicações de toxina botulínica (TB) podem por exemplo suavizar rugas e linhas de expressão, corrigir o sorriso gengival e reduzir a severidade dos sintomas do bruxismo^{55,56}. O ácido hialurônico (AH) usado como preenchedor facial aumenta a hidratação e sustentação da pele além de melhorar o contorno facial^{54,57,58}. Como ação terapêutica o AH tem um uso promissor na periodontia com relação ao tratamento da gengivite, periodontite e reconstrução da papila gengival^{59,60}. Os bioestimuladores que incluem a hidroxiapatita e os fios de sustentação responsáveis pela estimulação de produção de colágeno pelo organismo possuem papel importante no reposicionamento de tecidos e melhoria da aparência do rosto⁶¹.

Dessa forma, devido à grande diversidade de procedimentos incluídos na HOF o diagnóstico e o planejamento de cada caso são de suma importância para o sucesso do tratamento²¹. Em vista disso, a associação de um sistema de captura de imagens 3D, e um software comparativo podem minimizar as dificuldades no diagnóstico e na avaliação dos resultados dos tratamentos de HOF. Assim, essa integração dessas tecnologias poderia proporcionar, além da captura, a análise de medidas quantitativas relacionadas a face. Além disso, essa integração proporcionaria possibilidade de desenvolvimento de protocolo a fim de padronizar esse tipo de análise. Entretanto, existe uma carência de protocolo de escaneamento reproduzível e simplificado utilizando um scanner mais acessível e prático para o uso de profissionais da odontologia.

Nessa mesma linha, o alinhamento de modelos 3D para a comparação de antes e depois dos tratamentos faciais seria bastante útil para a HOF. O alinhamento é feito a partir da seleção de pontos em comum de cada modelo 3D e então o algoritmo do software escolhido faz a comparação. Os pontos podem ser demarcados previamente ou selecionado conforme as estruturas anatômicas no modelo 3D^{62,63}.

A pesquisa e o aprimoramento de protocolos de escaneamento associados a métodos comparativos de modelo 3D é válida e favorece as mais diversas áreas dentro da odontologia. A tecnologia facial 3D pode ser uma ferramenta clínica de uso diário, desde que os equipamentos sejam validados quanto a sua acurácia e medidas sejam tomadas para melhorar a aquisição das imagens^{42,62}.

4 CONCLUSÃO

A presente tese testou a possibilidade de utilizar dois scanners, recentemente desenvolvidos e com tecnologias e características diferentes, como instrumentos de aferição de medidas lineares faciais. Inicialmente, buscou-se validar o scanner fotogramétrico. Este por sua vez, apresentou resultados favoráveis e que viabilizam o seu uso clínico.

Quando comparado ao scanner de luz estruturada, o scanner fotogramétrico mostrou resultados superiores. Portanto, o uso desta tecnologia é preferível quando se pretende realizar a análise facial como base para diagnóstico e planejamento.

Com o scanner fotogramétrico validado e de posse de um software gratuito para a comparação de modelos, foi possível desenvolver-se um protocolo para análise qualitativa de tratamentos estáticos. Conclui-se que, a análise facial pode ser feita com tecnologia 3D, desde que esta tenha acurácia clinicamente aceitável e que se utilize softwares e protocolos de escaneamento adequados.

REFERÊNCIAS*

1. Joda T, Gallucci GO. The virtual patient in dental medicine. *Clin Oral Implants Res.* 2015; 26(6): 725–6.
2. Mangano C, Luongo F, Migliario M, Mortellaro C, Mangano FG. Combining intraoral scans, cone beam computed tomography and face scans: the virtual patient. *J Craniofac Surg.* 2018; 29(8): 2241–6.
3. Tzou CHJ, Artner NM, Pona I, Hold A, Placheta E, Kropatsch WG et al. Comparison of three-dimensional surface-imaging systems. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2014; 67(4): 489–97.
4. Metzger TE, Kula KS, Eckert GJ, Ghoneima AA. Orthodontic soft-tissue parameters: a comparison of cone-beam computed tomography and the 3dMD imaging system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(5): 672–81.
5. Fink M, Medelnik J, Strobel K, Hirschfelder U, Hofmann E. Metric precision via soft-tissue landmarks in three-dimensional structured-light scans of human faces. *J Orofac Orthop.* 2014; 75(2): 133–43.
6. Petrides G, Clark JR, Low H, Lovell N, Eviston TJ. Three-dimensional scanners for soft-tissue facial assessment in clinical practice. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2021; 74(3): 605–14.
7. Sforza C, Dimaggio FR, Dellavia C, Grandi G, Ferrario VF. Two-dimensional vs three-dimensional assessment of soft tissue facial profile: a non-invasive study in 6-year-old healthy children. *Minerva Stomatol.* 2007; 56(5): 253–65.
8. Pinto P, Jacometti V, Pereira J, Silva M, Silva R. Comparative analysis between linear measures from bidimensional and three-dimensional images of the face for human identification purpose: a pilot study. *J Orofac Sci.* 2021;13(1):19–27.
9. Plooij JM, Maal TJJ, Haers P, Borstlap WA, Kuijpers-Jagtman AM, Bergé SJ. Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 40(4): 341–52.
10. Ozsoy U, Demirel BM, Yildirim FB, Tosun O, Sarikcioglu L. Method selection in craniofacial measurements: advantages and disadvantages of 3D digitization method. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009; 37(5): 285–90.
11. Seo SW, Jung YS, Baik HS. Three-dimensional analysis of midfacial soft tissue changes after maxillary posterior impaction and intraoral vertical ramus osteotomy for mandibular setback in class III patients. *J Craniofac Surg.* 2017; 28(7): 1789–96.
12. Mai HN, Kim J, Choi YH, Lee DH. Accuracy of portable face-scanning devices for obtaining three-dimensional face models: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(1): 1–15.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

13. Li C, Barreto A, Chin C, Zhai J. Biometric identification using 3D face scans. *Biomed Sci Instrum.* 2006; 42: 320–5.
14. Runte C, Dirksen D, Deléré H, Thomas C, Runte B, Meyer U et al. Optical data acquisition for computer-assisted design of facial prostheses. *Int J Prosthodont.* 2002; 15(2): 129–32.
15. Ceinos R, Tardivo D, Bertrand MF, Lupi-Pegurier L. Inter- and intra-operator reliability of facial and dental measurements using 3D-stereophotogrammetry. *J Esthet Restor Dentist.* 2016; 28(3): 178–89.
16. Hong C, Choi K, Kachroo Y, Kwon T, Nguyen A, McComb R et al. Evaluation of the 3dMDface system as a tool for soft tissue analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2017; 20 (suppl 1): 119–24.
17. 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.
18. Aldridge K, Boyadjiev SA, Capone GT, DeLeon VB, Richtsmeier JT. Precision and error of three-dimensional phenotypic measures acquired from 3dMD photogrammetric images. *Am J Med Genet A.* 2005; 138A (3): 247–53.
19. Nkenke E, Vairaktaris E, Kramer M, Schlegel A, Holst A, Hirschfelder U et al. Three-dimensional analysis of changes of the malar-midfacial region after LeFort I osteotomy and maxillary advancement. *Oral Maxillofac Surg.* 2008; 12(1): 5–12.
20. Cattoni F, Teté G, Calloni AM, Manazza F, Gastaldi G, Capparè P. Milled versus moulded mock-ups based on the superimposition of 3D meshes from digital oral impressions: a comparative in vitro study in the aesthetic area. *BMC Oral Health.* 2019; 19(1): 230.
21. Bakirman T, Gumusay MU, Reis HC, Selbesoglu MO, Yosmaoglu S, Yaras MC et al. Comparison of low-cost 3D structured light scanners for face modeling. *Appl Opt.* 2017; 56(4): 985–92.
22. Wong JY, Oh AK, Ohta E, Hunt AT, Rogers GF, Mulliken JB et al. Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3D digital photogrammetric images. *Cleft Palate Craniofac J.* 2008; 45(3): 232–9.
23. Zhao YJ, Xiong YX, Wang Y. Three-dimensional accuracy of facial scan for facial deformities in clinics: a new evaluation method for facial scanner accuracy. *PLoS One.* 2017; 12(1): e0169402.
24. Özsoy U, Sekerci R, Hizay A, Yildirim Y, Uysal H. Assessment of reproducibility and reliability of facial expressions using 3D handheld scanner. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019; 47(6): 895–901.
25. Metzler P, Sun Y, Zemmann W, Bartella A, Lehner M, Obwegeser JA et al. Validity of the 3D VECTRA photogrammetric surface imaging system for cranio-maxillofacial anthropometric measurements. *Oral Maxillofac Surg.* 2014; 18(3): 297–304.
26. Piedra-Cascón W, Meyer MJ, Methani MM, Revilla-León M. Accuracy (trueness and precision) of a dual-structured light facial scanner and interexaminer reliability. *J Prosthet Dent.* 2020; 124(5) :567-74.

27. ISO 5725-1:1994(en) Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results: part 1: general principles and definitions. Online Browsing Platform [cited 2020 Nov 14]. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5725:-1:ed-1:v1:en>.
28. Matta RE, Adler W, Wichmann M, Heckmann SM. Accuracy of impression scanning compared with stone casts of implant impressions. *J Prosthet Dent*. 2017; 117(4): 507–12.
29. Park HN, Lim YJ, Yi WJ, Han JS, Lee SP. A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. *J Adv Prosthodont*. 2018; 10(1): 58–64.
30. Düppe K, Becker M, Schönmeyr B. Evaluation of facial anthropometry using three-dimensional photogrammetry and direct measuring techniques. *Journal of craniofacial surgery*. 2018; 29(5): 1245–51.
31. Ye H, Lv L, Liu Y, Liu Y, Zhou Y. Evaluation of the accuracy, reliability, and reproducibility of two different 3D face-scanning systems. *Int J Prosthodont*. 2016; 29(3): 213–8.
32. Liu S, Srinivasan M, Mörzinger R, Lancelle M, Beeler T, Gross M et al. Reliability of a three-dimensional facial camera for dental and medical applications: A pilot study. *J Prosthet Dent*. 2019; 122(3): 282–7.
33. Wong KWF, Keeling A, Achal K, Khambay B. Using three-dimensional average facial meshes to determine nasolabial soft tissue deformity in adult UCLP patients. *Surgeon*. 2019; 17(1): 19–27.
34. Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, Jiménez-Martínez MJ, Revilla-León M. Scanning accuracy of nondental structured light extraoral scanners compared with that of a dental-specific scanner. *J Prosthet Dent*. 2021; 126(1):110-114.
35. Heike CL, Upson K, Stuhaug E, Weinberg SM. 3D digital stereophotogrammetry: A practical guide to facial image acquisition. *Head Face Med*. 2010; 6(1): 1–11.
36. Gallardo YNR, Salazar-Gamarra R, Bohner L, de Oliveira JI, Dib LL, Sesma N. Evaluation of the 3D error of 2 face-scanning systems: an in vitro analysis. *J Prosthet Dent*. 2023; 129(4): 630-36.
37. Weinberg SM, Naidoo S, Govier DP, Martin RA, Kane AA, Marazita ML. Anthropometric precision and accuracy of Digital Three-Dimensional Photogrammetry: Comparing the Genex and 3dMD Imaging Systems with One Another and with Direct Anthropometry. *J Craniofac Surg*. 2006; 17(3):477-83.
38. Marques D, Alves R, Pinto R, Caramês J, Francisco H, Caramês J. Facial scanner accuracy with different superimposition methods: an in vivo study. *Int J Prosthodont*. 2021; 34(5): 578–84.
39. Acharya T, Ray AK, Gallagher AC. Image processing: principles and applications. *J Electronic Imaging*. 2006; 15: 39901.

40. Dayer R, Ardu S, Vjero O, Krejci I. 3D digital smile design with a mobile phone and intraoral optical scanner. *Compend Contin Educ Dent*. 1995 [acesso 2023 Jan 2]; 39: e5-e8. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325501774_3D_Digital_Smile_Design_With_a_Mobile_Phone_and_Intraoral_Optical_Scanner.
41. Knoops PGM, Beaumont CAA, Borghi A, Rodriguez-Florez N, Breakey RWF, Rodgers W et al. Comparison of three-dimensional scanner systems for craniomaxillofacial imaging. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017; 70(4): 441–9.
42. Antonacci D, Caponio VCA, Troiano G, Pompeo MG, Gianfreda F, Canullo L. Facial scanning technologies in the era of digital workflow: a systematic review and network meta-analysis. *J Prosthodont Res*. 2022;
43. Nagle-McNaughton T, Cox R. Measuring change using quantitative differencing of repeat structure-from-motion photogrammetry: the effect of storms on coastal boulder deposits. *Remote Sens*. 2020; 12(1).
44. Girardeau-Montaut D. CloudCompare: 3D point cloud and mesh processing software. 2015 [acesso 2020 Nov 14]. Disponível em: <http://www.cloudcompare.org/doc/qCC/CloudCompare%20v2.6.1%20-%20User%20manual.pdf>.
45. Son K, Lee WS, Lee KB. Effect of different software programs on the accuracy of dental scanner using three-dimensional analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(16).
46. Verhoeven T, Xi T, Schreurs R, Bergé S, Maal T. Quantification of facial asymmetry: a comparative study of landmark-based and surface-based registrations. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016; 44(9): 1131–6.
47. Codari M, Pucciarelli V, Stangoni F, Zago M, Tarabbia F, Biglioli F, et al. Facial thirds-based evaluation of facial asymmetry using stereophotogrammetric devices: application to facial palsy subjects. *J Craniomaxillofac Surg*. 2017; 45(1): 76–81.
48. Brons S, Meulstee JW, Loonen TGJ, Nada RM, Kuijpers MAR, Bronkhorst EM, et al. Three-dimensional facial development of children with unilateral cleft lip and palate during the first year of life in comparison with normative average faces. *PeerJ*. 2019; 7: e7302.
49. lo Russo L, di Gioia C, Salamini A, Guida L. Integrating intraoral, perioral, and facial scans into the design of digital dentures. *J Prosthet Dent*. 2020; 123(4): 584–8.
50. Park JM, Oh KC, Shim JS. Integration of intraoral digital scans with a 3D facial scan for anterior tooth rehabilitation. *J Prosthet Dent*. 2019; 121(3): 394–7.
51. Petrides G, Clark JAR, Low H, Lovell N, Eviston TJ. Three-dimensional scanners for soft-tissue facial assessment in clinical practice. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021; 74(3): 605–14.

52. Conselho Federal de Odontologia (Brasil). Resolução nº 198, de 29 de janeiro de 2019. Reconhece a Harmonização Orofacial como especialidade odontológica, e dá outras providências. Disponível em: <http://cfo.org.br/website/wpcontent/uploads/2019/01/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CFO-198-2019.pdf>. [Acesso: 22 Fev 2021]
53. Susmita A, Kolli NND, Meka S, Chakravarthi SP, Kattimani VS, Lingamaneni KP et al. An evaluation of use of botulinum toxin type a in the management of dynamic forehead wrinkles - a clinical study. *J Clin Diagn Res.* 2016; 10(10): ZC127–31.
54. Attenello NH, Maas CS. Injectable fillers: Review of material and properties. *Facial Plast Surg.* 2015; 31(1): 29–34.
55. Warren H, Welch K, Coquis-Knezek S. Abobotulinumtoxin A for facial rejuvenation: what affects the duration of efficacy? *Plast Surg Nurs.* 2020; 40(1): 37–44.
56. Ihde SKA, Konstantinovic VS. The therapeutic use of botulinum toxin in cervical and maxillofacial conditions: an evidence-based review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104(2): e1-11.
57. Suwanchinda A, Webb KL, Rudolph C, Hladik C, Custozzo A, Muste J, et al. The posterior temporal supraSMAS minimally invasive lifting technique using soft-tissue fillers. *J Cosmet Dermatol.* 2018; 17(4): 617–24.
58. Sudha PN, Rose MH. Beneficial effects of hyaluronic acid. *Adv Food Nutr Res.* 2014; 72: 137–76.
59. Becker W, Gabitov I, Stepanov M, Kois J, Smidt A, Becker BE. Minimally invasive treatment for papillae deficiencies in the esthetic zone: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2010; 12(1): 1–8.
60. Tanwar J, Hungund SA. Hyaluronic acid: hope of light to black triangles. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6(5):497-500.
61. Loghem J Van, Yutskovskaya YA, Philip Werschler W. Calcium hydroxylapatite: over a decade of clinical experience. *J Clin Aesthet Dermatol.* 2015; 8(1): 38–49.
62. Raffone C, Gianfreda F, Pompeo MG, Antonacci D, Bollero P, Canullo L. Chairside virtual patient protocol: part 2: management of multiple face scans and alignment predictability. *J Dent.* 2022; 122: 104123.
63. Brons S, Meulstee JW, Loonen TGJ, Nada RM, Kuijpers MAR, Bronkhorst EM, et al. Three-dimensional facial development of children with unilateral cleft lip and palate during the first year of life in comparison with normative average faces. *PeerJ.* 2019; 30;7:e7302.