



FLUXO DE TRABALHO DIGITAL NA ODONTOLOGIA UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ARTIGO DE REVISÃO

CARNEIRO, Renato Brandi Pereira¹, ALMEIDA, Renato Castro de², FREGNAN, Josmar Donizetti³, COUTINHO, Felipe Alen⁴, IAFIGLIOLA, Sergio Giamas⁵

CARNEIRO, Renato Brandi Pereira. *et al.* **Fluxo de trabalho digital na odontologia uma revisão bibliográfica.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 07, Vol. 02, pp. 26-38. Julho de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/odontologia/trabalho-digital>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/odontologia/trabalho-digital

RESUMO

O fluxo de trabalho na ortodontia utilizando tecnologia digital é uma alternativa aos métodos convencionais. Tendo isso em vista, este artigo buscou responder a seguinte questão norteadora: quais melhorias tecnológicas foram identificadas e desenvolvidas entre o período de maio de 2015 e dezembro de 2020 no fluxo digital em ortodontia? Logo, teve-se como objetivo identificar as melhorias tecnológicas no fluxo digital em ortodontia evidenciadas pela literatura existente entre o período estudado. Para isto, foi feita revisão da literatura nas plataformas de busca PubMed, Google Scholar, CAPES, *Cochrane Library*, Scielo e Embase, onde foram selecionados artigos sobre tecnologias de escaneamento, manipulação de imagens e impressão 3D relacionados a tratamentos ortodônticos e ortopédicos, buscando compreender as melhorias que essas tecnologias proporcionaram com relação aos resultados obtidos em ensaios clínicos, estudos *in vitro* e revisões sistemáticas. Sendo assim, as pesquisas analisadas encontraram que, entre o período de maio de 2015 e dezembro de 2020, a acurácia e a precisão dos scanners intraorais foram aumentadas; as impressoras *digital light processing* demonstraram ser mais fiéis; os fluxos de arquivos STL entre pacientes e profissionais envolvidos no tratamento ortodôntico com nuvens e recursos de aplicativos de *smartphones* foram melhorados; e as pesquisas sobre o novo material multicamadas de alinhadores, *setups* de alinhadores estéticos e recursos de sobreposição de imagens para simulação da articulação ainda se mostraram escassas.

Palavras-chave: Fluxo digital, Ortodontia, Scanners, Impressora 3D, Alinhadores.



1. INTRODUÇÃO

O fluxo de trabalho digital diz respeito ao processo de análise de etapas individuais que acontecem durante um único evento (REINER, SIEGEL e CARRINO, 2002). Assim, na ortodontia contemporânea, o fluxo de trabalho digital engloba a utilização de tomógrafos computadorizados, *softwares* de planejamento digital, scanners intraorais e impressoras digitais (KÜFFER, DRESCHER e BECKER, 2022), além de sistemas para a troca de informações por meio de “nuvens” (VALIZADEH *et al.*, 2019), utilizados para diagnóstico, planejamento e execução de tratamentos ortodônticos.

Portanto, a fim de responder: quais melhorias tecnológicas foram identificadas e desenvolvidas entre o período de maio de 2015 e dezembro de 2020 no fluxo digital em ortodontia? Teve-se como objetivo identificar as melhorias tecnológicas no fluxo digital em ortodontia evidenciadas pela literatura existente entre o período estudado, abordando sua precisão e previsibilidade nos resultados, em comparação aos métodos convencionais, bem como aos métodos digitais utilizados em pesquisas anteriormente publicadas e referenciadas.

Posto isso, com o intuito de alcançar o objetivo estabelecido, realizou-se uma revisão sistemática com artigos publicados entre o período de maio de 2015 e dezembro de 2020, sendo evidenciados os resultados no desenvolvimento deste artigo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Em 2015, De Luca Canto *et al.* (2015) realizaram uma revisão sistemática para avaliar a validade das medições tridimensionais feitas a partir de modelos odontológicos digitais escaneados a laser em comparação com as medidas obtidas diretamente dos moldes de gesso originais. Sendo assim, os autores encontraram que os estudos concordam que a validade das medições obtidas após o uso de um scanner a laser a partir de modelos de gesso é semelhante às medidas diretas, sendo que quaisquer diferenças declaradas seriam pouco relevantes clinicamente.



Nesse mesmo ano, Rossini *et al.* (2015), por sua vez, fizeram uma revisão sistemática para verificar a eficácia dos movimentos ortodônticos obtidos por alinhadores estéticos e relataram os seguintes achados:

A quantidade média de intrusão relatada foi de 0,72 mm. A extrusão foi o movimento mais difícil de controlar (30% de precisão), seguido pela rotação. A distalização do molar superior revelou a maior previsibilidade (88%) quando foi prescrito um movimento corporal de pelo menos 1,5 mm. Observou-se diminuição do Índice de Little (arco mandibular: 5 mm; arco maxilar: 4 mm) nos arcos de alinhamento.

Após isso, em 2016, os mesmos autores fizeram uma revisão sistemática sobre a precisão do diagnóstico e dos modelos digitais obtidos para ortodontia, com 35 estudos relevantes, e concluíram que até o momento os modelos digitais eram “tão confiáveis quanto os modelos tradicionais de gesso, com alta precisão, confiabilidade e reprodutibilidade”. Além disso, observaram que a identificação dos pontos de referência foi um fator limitante ao invés do dispositivo de medição ou do *software*, concluindo, no entanto, que os modelos digitais poderiam ser considerados o novo padrão-ouro na prática atual (ROSSINI *et al.*, 2016).

Assim, no ano de 2017, Cesur, Omurlu e Ozer (2017) avaliaram a precisão dos modelos digitais produzidos com o scanner dentário 3D comparados com um modelo mestre e com modelos obtidos da impressão negativa de alginato imediatamente após a moldagem, e dos modelos obtidos em t (0) imediatamente; t (1) um dia; t (2) dois dias, onde avaliou a deformação do alginato separadamente. Sendo assim, eles fizeram 11 medições lineares de 9 pontos e encontraram que o perímetro do arco não foi alterado em t (0) = 0hs e t (1) = 24hs, mas foi alterado em t (2) = 48hs e que todos os modelos de gesso tiveram diferença significativa entre o escaneamento negativo imediato após o molde. Concluindo, portanto, que as medições da moldagem de alginato negativa, isto é, feita diretamente no molde, possuem alto grau de precisão quando comparadas às dos modelos de gesso positivas ou impressas positivas.

Por outro lado, em 2017, Kamimura *et al.* (2017) compararam a realização da moldagem com silicone e com o escaneamento em 12 pacientes, executados por 2 operadores com níveis de experiência diferentes, um com 3 e o outro com 16 anos de



profissão, a fim de avaliar a influência dos anos de experiência dos profissionais na realização da moldagem. Para isso, escanearam os modelos de gesso em um scanner de bancada. Depois sobrepuseram as imagens dos 2 operadores e observou-se que os escaneamentos tiveram diferenças menores se comparados às moldagens feitas pelos operadores, concluindo que a técnica de moldagem digital independe da experiência do operador.

Nesse mesmo ano, Lombardo *et al.* (2017), no entanto, testaram a previsibilidade do planejamento digital com alinhadores estéticos em 16 pacientes adultos, somando 345 dentes analisados. Dessa forma, por meio da execução do *setup*, as rotações prescritas e reais, a ponta méso-distal e a ponta vestibulo-lingual foram calculadas para cada dente e, posteriormente, analisadas por tipo de dente. Nesse aspecto, obteve-se, por fim, uma previsibilidade de 73,6%, chegando-se à conclusão de que “embora os movimentos de tombamento tenham sido efetivamente alcançados, especialmente nos molares e pré-molares, a rotação dos caninos inferiores foi um movimento extremamente imprevisível.”

Aslanidou *et al.* (2017), por sua vez, relataram o caso de uma paciente adulta, do sexo feminino que apresentou dores na Articulação Temporomandibular (ATM). Diante disso, após a realização de uma Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB), do registro dos movimentos mandibulares por meio de ultrassom e do escaneamento das arcadas, foi criada uma tomografia com movimento e, assim, feita uma placa de mordida para a paciente já ajustada aos seus movimentos mandibulares virtualmente e impressa em uma impressora 3D.

Em 2017, Camardella, De Vasconcellos Vilella e Breuning (2017) compararam a precisão de modelos impressos de scanners intraorais, com três desenhos de base diferentes, usando dois tipos de impressão 3D diferentes: estereolitografia e tecnologia de jato triplo (*polyjet*). Para isso, sobrepuseram o escaneamento dos modelos impressos com o arquivo original e fizeram medições nas imagens 3D. Assim sendo, encontraram que os modelos impressos pelo método *polyjet* foram precisos, independentemente do formato de base. Enquanto os impressos por estereolitografia



foram precisos com as bases regular e ferradura com uma barra de reforço, tendo redução transversal somente com a base ferradura.

No próximo ano, Becker *et al.* (2018), em seu estudo, compararam a imagem criada de 20 modelos de gesso a partir de oito TCCB e cinco scanners de mesa disponíveis no mercado. Através da sobreposição das imagens correspondentes foi possível avaliar a precisão utilizando 6 pontos de controle. Os dados foram agrupados por scanner e modelo em gráficos de caixa, onde concluiu-se que os sistemas TCCB não obtiveram precisão dos digitalizadores ópticos, mas, a precisão foi suficiente para o planejamento digital e para fins forenses (BECKER *et al.*, 2018).

Por outro lado, também em 2018, em comparação a um modelo mestre, Kim (2018) avaliou a precisão de modelos obtidos por meio de três métodos de impressão: *multijet*, *colorjet* e fresagem. Sendo assim, as imagens foram sobrepostas e foram feitas 10 medições por grupo. Por fim, foi encontrado que as impressões por fresagem tiveram diferença de $73.05\mu\text{m} \pm 9.64\mu\text{m}$, *Multijet* $84.52\mu\text{m} \pm 4.78\mu\text{m}$, e *Colorjet* $96.05\mu\text{m} \pm 5.43\mu\text{m}$, concluindo através de testes estatísticos que o método de fresagem obteve maior precisão.

Nesse mesmo ano, Tepedino *et al.* (2018) fizeram um estudo retrospectivo onde 39 adultos foram tratados com um alinhador Nuvola®, e modelos digitais foram capturados em t (0) pré-tratamento; t (1) pós-tratamento e t (S) *setup digital* por um período de 12 meses. Diante disso, verificou-se que não foi encontrada diferença estatisticamente significativa para todos os dentes anteriores entre os movimentos previstos e de torque alcançados. Com isso, concluiu-se que “o sistema de alinhadores estéticos estudado foi capaz de produzir desfechos clínicos comparáveis ao planejamento da configuração digital em relação aos movimentos de torque dos dentes anteriores.”

No ano seguinte, Bocklet *et al.* (2019) fizeram um estudo *in vitro* onde escanearam uma maxila humana fresca em um scanner de mesa industrial, obtendo uma imagem STL de referência com precisão de 3 μm . Depois, com 7 scanners intraorais, os autores sobrepuseram as imagens STL obtidas com a referência para comparar a



precisão e o realismo de 4 tipos de substrato: dentina, resina, amálgama e esmalte. Com isso, eles encontraram uma faixa de precisão e de realismo que variou entre 20µm e 50 µm, concluindo que os diferentes substratos interferem na precisão dos escaneamentos, sendo os melhores resultados apresentados pela dentina seguido da amálgama, resina e esmalte. Nesse contexto, os autores argumentaram que pelo esmalte ter propriedades reflexivas, isso diminui a precisão do escaneamento.

Zhang *et al.* (2019), por sua vez, avaliaram a influência das técnicas de impressão e da espessura das camadas na acurácia dos modelos. Assim, após digitalizar um modelo aleatório no scanner de mesa, os autores imprimiram modelos em três tipos de impressoras DLP e em uma impressora SLA e, então, os escanearam novamente em um scanner D2000, sobrepondo as imagens para comparação. Sendo assim, eles encontraram resultados na faixa de 50 a 58µm para DLP e 100µm para SLA.

Sob outra perspectiva, Morris *et al.* (2019) compararam um sistema de monitoramento de tratamento por aplicativo associado a um afastador jugal e um posicionador, onde o paciente filmou sua arcada para ser convertido em um modelo 3D denominado plataforma DM com um scanner intraoral modelo *iTero*®. Para isso, obteve-se um escaneamento inicial com *iTero*®, sendo este enviado para a *Align Technology*®, a fim de fazer o upload para a plataforma DM. Então, executou os tratamentos em 10 *typodonts* e a cada troca de alinhador invisível eles escaneavam e executavam as fotos e vídeos com um Iphone 7 e acessórios DM. Diante disso, as imagens STL obtidas foram sobrepostas para comparação e não foi encontrada diferença significativa entre as duas técnicas de escaneamento.

Nesse contexto, Valizadeh *et al.* (2019) apresentaram o estudo de caso de um sistema de nuvem que permite o armazenamento e o compartilhamento de dados de pacientes por vários profissionais envolvidos com o tratamento deste. Assim, os usuários podem converter os arquivos como STL, DICOM e *G-code* de um formato para o outro para que seja possível integrar vários profissionais como dentistas e técnicos de laboratório, poupando tempo e encurtando as distâncias.



Assim, no ano seguinte, Nagy *et al.* (2020) executaram um estudo utilizando uma maxila fresca para comparação da acurácia de sete scanners e um molde executado com polivinilsiloxano, material de moldagem de altíssima estabilidade. Entretanto, os autores modificaram a técnica alegando que o risco de falhas é minimizado com a utilização de pontos. Tendo em vista que a precisão do scanner intraoral é comumente avaliada em comparação a superfície do arco completo, esta não leva em consideração a posição inicial da varredura. Portanto, o novo método leva em conta a origem da digitalização e calcula o desvio de pontos idênticos predefinidos entre referências e modelos de teste. Nesse contexto, os autores concluíram que a moldagem com polivinilsiloxano obteve mais acurácia que os escaneamentos devido a uma deficiência dos scanners na mensuração de profundidade, que ocorreu inclusive nos scanners de lente de microscopia confocal que anula a área desfocada.

Dutton *et al.* (2020), por outro lado, compararam a acurácia de oito scanners intraorais em relação a diferentes substratos. Para isso, com um scanner industrial e depois com os 8 scanners, eles escanearam um *Typodont* preparado com diversos substratos e sobrepuseram as imagens STL. Feito isso, os autores encontraram que o tipo de substrato afeta a veracidade e a precisão de um escaneamento, onde os scanners de lente confocal paralelas foram menos sensíveis aos tipos de substratos do que os de triangulação, e que a luz azul anula parcialmente os desvios causados pelos substratos translúcidos azulados do esmalte.

Sendo assim, ao estudarem o processo de impressão *Digital Light Processing (DLP)*, que imprime o objeto dentro de um polímero líquido fotopolimerizável, fotopolimerizando camada por camada de polímero com altura de 100 µm até 6 µm, a partir do desvio da luz por meio de um sistema de micro espelhos, em 2020, Zhang *et al.* (2020) encontraram tecnologias de impressoras de altíssima resolução. Assim, combinando a litografia de dois-fótons (LDF e DLP), criaram a tecnologia de femtosegundo LDF (FS-LDF), atingindo uma altura de camada de 500 nm. As plataformas de impressão mostraram-se configuráveis, podendo os parâmetros de tempo, intensidade da luz e comprimento de onda serem ajustados. Além disso, com relação à precisão, os autores argumentaram que ela depende do polímero utilizado,



onde o polietilenoglicol-diacrilato além de ser biocompatível, quando puro, pode ser impresso em camadas de 6µm.

Posto isso, no mesmo ano, Latham *et al.* (2020) testaram o efeito da mudança de técnica de escaneamento intraoral, a fim de verificar a precisão dos trajetos que o operador percorre com o scanner para capturar as imagens das superfícies dos dentes e da gengiva. Para tanto, fez-se um total de 16 escaneamentos num modelo, com 4 scanners intraorais e 4 padrões de escaneamento diferentes, sendo, posteriormente, feita a comparação das imagens com relação a uma imagem mestre que foi obtida com um scanner de mesa de altíssima precisão do mesmo modelo. Com isso, os autores encontraram diferenças significativas na precisão das imagens STL obtidas por padrões de escaneamento diferentes, onde concluíram que o melhor trajeto foi iniciando do 2º/3º molar em 45° seguido do escaneando lingual até o canino do lado oposto, voltando ainda ao escaneando lingual, mas desta vez em 90°, seguido da superfície oclusal e finalmente a superfície vestibular, executada em 45° e depois em 90°, repetindo o processo no sextante posterior oposto. Dessa forma, as comparações gerais revelaram que a aproximação do real entre os IOS *systems* variou de 46 µm até 119 µm.

Eliasova *et al.* (2020), por sua vez, compararam quatro tipos de impressões de modelos 3D: *fused deposition modeling* (FDM), *polyjettechnology* (PJ), *SLA stereolithography* e *selective laser sintering* (SLS), escaneando os modelos impressos por essas quatro tecnologias com um scanner industrial, a fim de os sobrepor no arquivo original. Feito isso, encontraram maior rugosidade no modelo FDM e PJ, enquanto o modelo impresso em SLA apresentou uma superfície mais lisa, de modo que o modelo impresso em SLS mostrou resultados similares aos de SLA em homogeneidade comparando as direções perpendiculares.

Logo, por fim, Lin *et al.* (2020), em uma revisão sistemática abrangendo trabalhos de 2015 até 2020, avaliaram a efetividade clínica do uso de alinhadores transparentes na Ortodontia e concluíram que baseados nas evidências disponíveis, a terapia com alinhadores transparentes é eficaz na gestão de pequenas más oclusões. No entanto, os aparelhos fixos são mais eficazes em grandes movimentos, incluindo contatos



oclusais mais adequados do que os alinhadores transparentes. Todavia, “o tratamento com alinhadores é mais eficaz no controle da extrusão do incisivo do que no controle da intrusão incisivo”.

3. DISCUSSÃO

Na ortodontia contemporânea, o escaneamento das arcadas dentárias para análises métricas ou criação de *setups* digitais são realizadas rotineiramente, assim como as impressões 3D para a construção de aparelhos ortodônticos e ortopédicos que finalmente podem ser instalados em pacientes para que possa ser executado o tratamento dos mesmos.

Logo, destaca-se que os scanners intraorais receberam algumas melhorias quanto a precisão e a acurácia de seus escaneamentos (ROSSINI *et al.*, 2016; CESUR, OMURLU e OZER, 2017), assim como os materiais de alinhadores e os equipamentos de impressão (CAMARDELLA, DE VASCONCELLOS VILELLA e BREUNING, 2017; LI *et al.*, 2017).

Nesse contexto, de acordo com Cesur, Omurlu e Ozer (2017) e Rossini *et al.* (2016), o escaneamento mais a impressão 3D mostraram-se suficientemente precisos em reproduzir arcadas dentárias se comparados aos modelos obtidos pela moldagem convencional e posterior obtenção de modelo em gesso, de modo que Kamimura *et al.* (2017) constataram que, independentemente do tempo de experiência com moldagens do operador, os escaneamentos feitos com scanner intraoral obtiveram arquivos com o mesmo padrão de qualidade.

No entanto, Nagy *et al.* (2020) encontraram uma deficiência dos scanners na mensuração de profundidade e Dutton *et al.* (2020) observaram que o tipo de substrato afeta a veracidade e a precisão de um escaneamento, identificando ainda que os scanners de lente confocal paralelas e luz azul são menos sensíveis aos diferentes tipos de substrato se comparado aos scanners de triangulação.



Ademais, Latham *et al.* (2020) observaram que a técnica de escaneamento também influenciou nos resultados ao compararem quatro percursos padrões de escaneamento intraoral diferentes.

Todavia, Aslanidou *et al.* (2017) se utilizaram da técnica de sobreposição de imagens de tomografia e scanner, adicionando no computador movimentos mandibulares a essas imagens, de modo que conseguiram criar e imprimir em 3D uma placa mio-relaxante pré-ajustada para um paciente.

Posto isso, quanto aos estudos clínicos com uso de alinhadores estéticos, Rossini *et al.* (2015) concordaram que o movimento de torque foi bem controlado com translação de até 1,5 mm. Entretanto, tanto Rossini *et al.* (2015) como Lombardo *et al.* (2017) encontraram dificuldades no movimento de rotação. Dessa forma, Lombardo *et al.* (2017) observaram que a rotação de canino inferior e pré-molar apresentou baixa previsibilidade (LIN *et al.*, 2020 *apud* ROSSINI, 2015, p. 884).

Assim, por outro lado, Morris *et al.* (2019) apresentaram um aplicativo de telefone celular que converte as imagens obtidas em arquivo STL tornando possível um acompanhamento virtual do andamento do tratamento ortodôntico. E Valizadeh *et al.* (2019) apresentaram uma plataforma de nuvem que proporciona agilidade, organização e registro das trocas de dados de pacientes entre os profissionais envolvidos com o respectivo tratamento, eliminando as barreiras de formatos de arquivos e a criação de centros de manufatura e centros de desenho 3D protético, a fim de trazer mais conforto e rapidez para os pacientes e profissionais envolvidos no tratamento.

4. CONCLUSÃO

Considerando que o presente artigo visou responder a seguinte questão norteadora: quais melhorias tecnológicas foram identificadas e desenvolvidas entre o período de maio de 2015 e dezembro de 2020 no fluxo digital em ortodontia? Estabeleceu-se como objetivo identificar as melhorias tecnológicas no fluxo digital em ortodontia evidenciadas pela literatura existente entre o período estudado.



Diante disso, verificou-se que, de acordo com a literatura, os scanners estão mais precisos e com elevada acurácia; as impressoras DLP demonstraram serem mais eficientes e precisas e com alta acurácia; e as pesquisas com alinhadores, *setups* de alinhadores estéticos e recursos de sobreposição de imagens para simulação da articulação se mostraram escassos.

Além disso, verificou-se também que a utilização de imagens TCC isoladas e/ou sobrepostas em imagens de escaneamento têm validade tanto para diagnóstico como para planejamento de tratamentos devido às elevadas acurácia e precisão; as plataformas de nuvens trouxeram facilidade na troca de informações entre os profissionais relacionados ao tratamento de pacientes; e os aplicativos de celular que passaram a produzir imagem 3D das arcadas do paciente possibilitaram a redução do número de visitas ao consultório.

Com isso, pode-se concluir que com relação ao diagnóstico, planejamento e execução de tratamentos ortodônticos, houveram melhorias tecnológicas que aumentaram a precisão das imagens e de impressões de arcadas, possibilitaram a impressão de alguns aparelhos e possibilitaram a articulação e movimentos dos maxilares em ambiente virtual, trazendo mais um elemento importante de diagnóstico para o fluxo de trabalho digital na ortodontia.

REFERÊNCIAS

ASLANIDOU, Katerina *et al.* *The fabrication of a customized occlusal splint based on the merging of dynamic jaw tracking records, cone beam computed tomography, and CAD-CAM digital impression.* **Journal of orthodontic science**, India, v. 6, n. 3, p. 104-109, jul. 2017. ISSN: 2278-0203. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5508405/>. Acesso em: 20 set. 2020.

BECKER, Kathrin *et al.* *Accuracy and eligibility of CBCT to digitize dental plaster casts.* **Clinical Oral Investigations**, Alemanha, v. 22, n. 4, p. 1817–1823, 2 mai. 2018. ISSN: 1436-3771. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-017-2277-x>. Acesso em: 05 set. 2020.

BOCKLET, Chris *et al.* *Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression systems using human maxilla model.* **Orthod Craniofac Res**, Inglaterra, v. 22, Suppl 1, n. S1, p. 168–174, 10 mai. 2019. ISSN: 1601-6343. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ocr.12273>. Acesso em: 30 set. 2020.



CAMARDELLA, Leonardo Tavares; DE VASCONCELLOS VILELLA, Oswaldo; BREUNING, Hero. *Accuracy of printed dental models made with 2 prototype technologies and different designs of model bases*. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, Estados Unidos v. 151, n. 6, p. 1178–1187, 1 jun. 2017. ISSN: 1097-6752. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.03.012>. Acesso em: 05 set. 2020.

CESUR, Mine Geçgelen; OMURLU, Imran Kurt; OZER, Taha. *Evaluation of digital model accuracy and time-dependent deformation of alginate impressions*. **Nigerian journal of clinical practice**, India, v. 20, n. 9, p. 1175–1181, 1 set. 2017. ISSN: 2229-7731. Disponível em: <https://doi.org/10.4103/1119-3077.197012>. Acesso em: 05 set. 2020.

DE LUCA CANTO, Graziela. *et al. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: A systematic review*. **Orthodontics and Craniofacial Research**, Inglaterra, v. 18, n. 2, p. 65–76, 1 mai. 2015. ISSN: 1601-6343. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ocr.12068>. Acesso em: 05 set. 2020.

DUTTON, Ethan *et al. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners*. **J Esthet Restor Dent**, Estados Unidos, v. 32, n. 2, p. 204–218, 1 mar. 2020. ISSN: 1496-4155. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1111/jerd.12528>. Acesso em: 30 set. 2020.

ELIASOVA, Hana *et al. Surface morphology of three-dimensionally printed replicas of upper dental arches*. **Applied Sciences**, Suíça, v. 10, n. 16, 1 ago. 2020. ISSN: 2523-3971. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10165708>. Acesso em: 30 set. 2020.

KAMIMURA, Emi *et al. In vivo evaluation of inter-operator reproducibility of digital dental and conventional impression techniques*. **PLoS One**, Estados Unidos, v. 12, n. 6, p. e0179188, 21 jun. 2017. ISSN: 1932-6203. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0179188>. Acesso em: 05 set. 2020.

KIM, Wook-Tae. *Accuracy of dental models fabricated by CAD/CAM milling method and 3D printing method*. **Journal of Oral Research**, Chile, v. 7, n. 4, p. 127–133, 27 apr. 2018. ISSN: 0719-2479. Disponível em: <https://doi.org/10.17126/joralres.2018.031>. Acesso em: 02 set. 2020.

KÜFFER, Maximilian; DRESCHER, Dieter; BECKER, Kathrin. *Application of the Digital Workflow in Orofacial Orthopedics and Orthodontics: Printed Appliances with Skeletal Anchorage*. **Applied Sciences**, Suíça, v. 12, n. 8, p. 3820, 10 abr. 2022. ISSN: 2076-3417. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12083820>. Acesso em: 07 set. 2020.

LATHAM, Jason *et al. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners*. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Estados Unidos, v. 123, n. 1, p. 85–95, jan. 2020. ISSN: 1097-6841. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.02.008>. Acesso em: 07 set. 2020.



LIN, Chih-Ling *et al.* *Clinical Effectiveness of Using Clear Aligners in Orthodontic Treatment.* **Taiwanese Journal of Orthodontics**, Taiwan, v. 32, n. 3, p. 2, 3 dez. 2020. ISSN: 2708-2636. Disponível em: <https://www.tjo.org.tw/tjohttps://www.tjo.org.tw/tjo/vol32/iss3/2>. Acesso em: 27 dez. 2020.

LOMBARDO, Luca *et al.* *Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study.* **Progress in Orthodontics**, Alemanha, v. 18, n. 1, p. 35, 13 dez. 2017. ISSN: 2196-1042. Disponível em: <http://progressinorthodontics.springeropen.com/articles/10.1186/s40510-017-0190-0>. Acesso em: 06 set. 2020.

MORRIS, Ryan S. *et al.* *Accuracy of Dental Monitoring 3D digital dental models using photograph and video mode.* **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Estados Unidos, v. 156, n. 3, p. 420–428, 2019. ISSN: 1097-6752. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.02.014>. Acesso em: 07 set. 2020.

NAGY, Zsolt *et al.* *Comparing the trueness of seven intraoral scanners and a physical impression on dentate human maxilla by a novel method.* **BMC Oral Health**, Inglaterra, v. 20, n. 1, p. 97, 7 abr. 2020. ISSN: 1472-6831. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1186/s12903-020-01090-x>. Acesso em: 30 set. 2020.

REINER, Bruce; SIEGEL, Eliot; CARRINO, John A. *Workflow Optimization: Current Trends and Future Directions.* **Journal of Digital Imaging**, Estados Unidos, v. 15, n. 3, p. 141–152, 1 set. 2002. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10278-002-0022-7>. ISSN: 1618-727X. Acesso em: 27 jul. 2020.

ROSSINI, Gabriele *et al.* *Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review.* **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, Estados Unidos, v. 149, n. 2, p. 161–70, 1 fev. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25412265/>. ISSN: 1097-6752. Acesso em: 07 set. 2020.

ROSSINI, Gabriele *et al.* *Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review.* **Angle Orthodontist**, Estados Unidos, v. 85, n. 5, p. 881–889, 1 set. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.06.029>. ISSN: 1945-7103. Acesso em: 02 set. 2020.

TEPEDINO, Michele *et al.* *Movement of anterior teeth using clear aligners: a three-dimensional, retrospective evaluation.* **Progress in Orthodontics**, Alemanha, v. 19, n. 1, p. 9, 2 dez. 2018. Disponível em: <https://progressinorthodontics.springeropen.com/articles/10.1186/s40510-018-0207-3>. ISSN: 2196-1042. Acesso em: 06 set. 2020.

VALIZADEH, Siavash *et al.* *A novel digital dentistry platform based on cloud manufacturing paradigm.* **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, Inglaterra, v. 32, n. 11, p. 1024–1042, 2 nov. 2019. Disponível em:



<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0951192X.2019.1686170>. ISSN: 1362-3052. Acesso em: 28 abr. 2020.

ZHANG, Jiumeng *et al.* *Digital Light Processing Based Three-dimensional Printing for Medical Applications*. **International Journal of Bioprinting**, Singapura, v. 6, n. 1, p. 12–27, 29 nov. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7415858/>. ISSN: 2424-8002. Acesso em: 03 dez. 2020.

ZHANG, Zhe-Chen *et al.* *Influence of the three-dimensional printing technique and printing layer thickness on model accuracy*. **J Orofac Orthop**, v. 80, n. 4, p. 194–204, 2019. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1007/s00056-019-00180-y>. ISSN: 1434-5293. Acesso em: 07 set. 2020.

Enviado: Dezembro, 2021.

Aprovado: Julho, 2022.

¹ Especialista em Ortodontia, Especialista em Implantodontia, Graduado em Odontologia.

² Doutor em Ortodontia.

³ Mestre em Ortodontia.

⁴ Especialista.

⁵ Orientador.