

Os modelos ortodônticos digitais são confiáveis? Uma revisão sistemática



Are the digital orthodontics models reliable? A systematic review

✉ Matheus Melo Pithon^{1,3},
Letícia Iandeyara Dantas de
Andrade Sant'Anna¹,
Tarcila Santana Matos¹,
Ana Carolina Dias Viana de
Andrade²,
Marcela Baraúna Magno³,
Camila Silva de Amorim³,
Orlando Motohiro Tanaka³,
Lucianne Cople Maia³

¹ Departamento de Saúde I,
Universidade Estadual do Sudoeste
da Bahia - UESB

² Departamento de Saúde II,
Universidade Estadual do Sudoeste
da Bahia - UESB

³ Departamento de Odontopediatria
e Ortodontia da Universidade
Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

✉ **Matheus Pithon**
Av. Otávio Santos, 395, sala 705
Recreio
CEP: 45020-750
Vitória da Conquista - BA
✉ matheuspithon@gmail.com

RESUMO

Introdução: Os modelos ortodônticos digitais são alternativas ao uso de modelos ortodônticos em gesso. Devido sua importância no diagnóstico, faz-se necessário averiguar a precisão dos softwares de modelos ortodônticos digitais disponíveis no mercado. **Objetivo:** Evidenciar qual software de modelos ortodônticos digitais possui maior confiabilidade. **Material e métodos:** Foi realizada busca sistemática nas seguintes bases de dados eletrônicas: Scopus, PubMed, Web of Science, Embase e Cochrane, Grey Literature e Clinical Trials, sem limitações quanto ao ano de publicação ou idioma. Foram incluídos estudos laboratoriais que utilizaram softwares destinados a geração de modelos ortodônticos digitais, comparando-os com modelos ortodônticos em gesso. Após seleção por título e resumo, os artigos potencialmente elegíveis foram lidos na íntegra. A qualidade metodológica e o risco de viés dos artigos incluídos foram avaliados de acordo com as descrições dos modelos, técnicas de medição e análises estatísticas. A qualidade metodológica foi classificada em alta, moderada ou baixa. **Resultados:** 13.333 artigos foram encontrados nas bases de dados utilizadas. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e remoção de duplicações, restaram apenas 41 artigos. 29 foram considerados de qualidade moderada e 12 de alta qualidade. A classificação quanto à confiabilidade variou de menos confiáveis, equivalentes e a mais confiáveis. Apresentando diferenças estatísticas em suas mensurações ($p < 0,05$); sem significância clínica. **Conclusão:** os modelos ortodônticos digitais apresentaram mensurações acuradas, reproduzíveis e confiáveis quando comparado ao método convencional utilizando modelos de gesso.

Palavras-chave: modelos dentários, imagem tridimensional, ortodontia

ABSTRACT

Introduction: Digital models are an alternative for the use of orthodontic models in plaster. Due to its importance in the orthodontic dignified, it is necessary to ascertain the accuracy of the software of digital orthodontic models available in the market. **Objective:** To show which software of digital orthodontic models has greater reliability. **Material and methods:** A systematic search was performed in the following electronic databases: Scopus, PubMed, Web of Science, Embase and Cochrane, Gray Literature and Clinical Trials, with no limitations on year of publication or language. We included laboratory studies using digital orthodontic models, comparing them with orthodontic models of plaster through the evaluation of reliability through measurement techniques. After selection by title and abstract, potentially eligible articles have been read in full. The methodological quality and risk of bias of the included articles were evaluated according to the descriptions of the models, measurement techniques and statistical analyzes. The methodological quality was classified as high, moderate or low. **Results:** 13,333 articles were found in the databases used. After applying the eligibility criteria and removing duplicates, only 41 articles remained. 29 were considered of moderate quality and 12 of high quality. The ranking of digital models for reliability ranged from less reliable, equivalent, and more reliable. Presenting statistical differences in their measurements ($p < 0.05$), without clinical significance. **Conclusion:** The measurements made in digital models can be as accurate, reproducible and reliable as the conventional method using plaster models;

Keywords: dental models, three-dimensional image, orthodontics

Submetido: 02/11/2018
Aceito: 27/12/2018



INTRODUÇÃO

A análise de modelos apresenta-se como um importante elemento na Ortodontia desde a época do seu surgimento como especialidade. Radiografias e fotografias digitais estão se tornando norma em registros ortodônticos assim como mais recentemente tem acontecido com os modelos de estudo eletrônicos (RHEUDE et al., 2005). Os modelos digitais foram introduzidos em 1990 seguindo os avanços da tecnologia digital (JOFFE, 2004; MAH, 2007). As vantagens incluem o não requerimento de espaço extra de armazenamento, facilidade de busca e classificação dos dados, a possibilidade de análise acurada e um método simplificado de transferência de dados (KANG et al., 2011; IM et al., 2014). Sendo assim os modelos digitais surgem como alternativas aos modelos de gesso.

Em estudos prévios, foi avaliada sistematicamente a validade do uso de modelos digitais ao serem comparados com modelos de gesso (FLEMING et al., 2011), todavia nenhuma revisão sistematica enfatizou qual software possui maior precisão, tendo em vista, as inúmeras opções disponíveis no mercado. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo, buscar evidências na literatura que elucidem se os modelos ortodônticos digitais são tão confiáveis quanto os modelos em gesso.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada nessa revisão sistemática foi baseada nas diretrizes PRISMA (www.prisma-statement.org).

Estratégia de busca

Para identificação de artigos relevantes, sem limitações de ano de publicação e idioma, foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados eletrônicas: Pubmed, Cochrane, Scopus, Embase, Web of Science, Clinical Trials e na Greyliterature. A estratégia de busca foi adequada para cada base de dados. Foram utilizados os seguintes descritores/MeSHterms: dentistry, orthodontics, technology, diagnosis, planning techniques, dental models, dimensional measurement accuracy, efficiency, treatment e as palavras-chave: digital models, digital record storage, digital dental casts, digital measurement method, 3-dimensional(3D) digital models, plaster models, plaster dental casts, accuracy, reproducibility, validity, virtual models. Os detalhes da estratégia de busca são apresentados na Tabela 1.

Critérios de elegibilidade dos artigos

Na presente revisão sistemática foram incluídos estudos laboratoriais nos quais foram utilizados modelos ortodônticos digitais (P), onde foi realizada avaliação da confiabilidade através de técnicas de medição (I)

comparando esse método de diagnóstico com modelos em gesso convencionais (C) a fim de ratificar sua contribuição na prática clínica (O). Para que os artigos fossem selecionados e incluídos nessa revisão a partir do título e resumos, os mesmos deveriam satisfazer os seguintes critérios de inclusão: ser estudo laboratorial e utilizar modelos ortodônticos digitais. Como critérios de exclusão relatos de caso, estudos clínicos, revisão de literatura, livros didáticos, cartas editoriais. A seleção inicial se deu a partir da leitura dos títulos e resumos dos artigos encontrados. Aqueles que não eram relacionados com o tema foram excluídos, assim como os que apresentavam algum critério de exclusão previamente estabelecido. Os artigos em que o título e o resumo não apresentavam informações suficientes foram baixados e analisados totalmente para que se pudesse decidir sobre a sua elegibilidade. Os que apresentavam título dentro do tema porém o resumo não era disponibilizado também foram obtidos e analisados na íntegra (aqueles indisponíveis a serem baixados, solicitou-se junto aos autores que os enviasse por e-mail). Os artigos que apareceram em mais de uma base de dados de pesquisa foram considerados apenas uma vez. Dois pesquisadores (T.M. e M.R.) fizeram as seleções independentes e os resultados foram comparados, com a finalidade de evitar discrepâncias que pudessem ocorrer durante a coleta dos dados. Se fossem encontradas discrepâncias entre os dois avaliadores em relação à inclusão ou exclusão de algum estudo, um terceiro avaliador seria adicionado (M.M.P.) em uma reunião de consenso a fim de eliminar as discrepâncias.

As listas de referências dos artigos selecionados foram avaliadas para verificar a existência de algum estudo que não fora encontrado outrora pelas bases de dados pesquisadas.

Nos casos em que dados adicionais fossem necessários, foram realizados contatos via e-mail com os autores de correspondência dos estudos, a fim de sanar as dúvidas em relação aos critérios de elegibilidade. Para ser aceito nesta revisão, os artigos deveriam relatar a utilização de modelos ortodônticos digitais e modelos de gesso convencionais, comparando a precisão das informações registradas nos mesmos.

Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés

Um procedimento de pontuação foi desenvolvido a fim de se avaliar qualitativamente a metodologia dos artigos incluídos nesta revisão sistemática. Uma lista com 12 itens de avaliação foi aplicada, a qual incluiu os critérios de elegibilidade dos modelos ortodônticos, tamanho da amostra, descrição da condição dos modelos ortodônticos, discriminação do instrumento de medida, descrição da manipulação dos modelos, especificidade dos pontos de referência, abordagem do tempo de mensuração, registro das medidas obtidas, comparação com o grupo controle, randomização declarada, ocultação de pesquisadores e apresentação da significância estatística.

Tabela 1: Base de dados, métodos de pesquisa e número de artigos obtidos

Base de dados	Métodos de pesquisa	Resultados
Pubmed	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	12.612
Cochrane	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	693
Scopus	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	28
Web of Science	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0
Embase	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0
Clinical Trials	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0
Grey literature	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0

No que tange aos critérios de elegibilidade dos modelos ortodônticos, seria atribuído ao artigo 1 ponto, se estes critérios fossem declarados, e nenhuma pontuação se não o fossem. Referente ao tamanho da amostra, o artigo foi pontuado com 1 ponto caso apresentasse uma amostra ≥ 10 modelos, com 0,5 ponto se a amostra fosse ≥ 5 e < 10 modelos e nenhuma pontuação se a amostra fosse < 5 modelos. Quanto a descrição da condição dos modelos ortodônticos, o estado de conservação da amostra foi considerado, se fosse especificado pelo artigo o mesmo era pontuado com 1 ponto, e caso fosse abordado sem clareza ou não fosse abordado pelo artigo, este não era pontuado. Em relação à especificidade do instrumento de medida, quando o artigo discriminasse o instrumento utilizado, seria atribuído ao mesmo 1 ponto, caso não o fosse, não se atribuíria pontuação. Quanto ao critério descrição da manipulação dos modelos ortodônticos, o artigo deveria especificar a forma como as medidas foram realizadas para obter 1 ponto, na ausência dessa informação, o mesmo não era pontuado. No que tange à especificidade dos pontos de

referência, quando o artigo estabelecesse os parâmetros utilizados para aferição das medidas, atribuíria-se 1 ponto ao mesmo, na ausência dessa informação não se atribuíria pontuação. Na abordagem do tempo de mensuração, o artigo recebia 1 ponto caso fosse identificado o tempo útil das medidas obtidas, e não seria pontuado caso não apresentasse tal informação. No que tange ao critério de registro das medidas obtidas, atribuíria-se 1 ponto ao artigo quando o mesmo apontasse os valores registrados nas mensurações, e não recebia pontuação quando não informasse os valores resultantes das aferições. Quanto aos critérios de comparação com o grupo controle, randomização declarada, ocultação de pesquisadores e apresentação de significância estatística, os artigos obtinham a pontuação de 1 ponto para cada um desses itens caso fossem abordados, e não seriam pontuados caso não os apresentasse. A qualidade metodológica dos artigos foi mensurada da seguinte maneira: baixa qualidade (≤ 5), qualidade moderada (> 5 e < 10) e qualidade alta (≥ 10) (Tabela 2).

Tabela 2: Procedimento de pontuação qualitativa

Critérios de avaliação	Pontuação máxima (12)
A - Critérios de elegibilidade dos modelos	1
B - Tamanho da amostra	1
C - Descrição da condição dos modelos ortodônticos	1
D- Discriminação do instrumento de medida	1
E - Descrição da manipulação dos modelos	1
F - Especificidade dos pontos de referência	1
G - Abordagem do tempo de mensuração	1
H - Registro das medidas obtidas	1
I - Comparação com o grupo controle	1
J - Randomização declarada	1
K - Ocultação de pesquisadores	1
L - Significância estatística	1

RESULTADOS

Um total de 13.333 artigos foi encontrado durante a pesquisa nas bases de dados eletrônicas. Os artigos não relacionados ao tema foram excluídos deste estudo, o que foi feito mediante a leitura dos títulos e resumos. Assim, 63 artigos foram selecionados. Após a remoção das duplicatas e atendendo os critérios de elegibilidade dessa revisão, 44 artigos foram incluídos para avaliação do texto completo. A Figura 1 ilustra os resultados das buscas.

Os estudos foram classificados de acordo com a qualidade metodológica e pontuados conforme as descrições apresentadas na Tabela 3. Três estudos foram excluídos do processo de extração de dados, uma vez que a sua qualidade metodológica foi pontuada como baixa (Asquith; McIntyre,

2012; Murugesan et al., 2012; Kim et al., 2014(a)). Apenas 41 artigos preencheram todos os critérios de seleção e tiveram uma qualidade metodológica de moderada a alta, permitindo que os mesmos fossem considerados nesta revisão sistemática. Dos artigos incluídos, 29 apresentaram qualidade moderada e 12 qualidade alta, como pode ser observado na tabela 2.

Em relação aos critérios para avaliação metodológica, apenas 4 estudos abordaram o tempo de mensuração dos modelos, a ausência dessa informação impossibilita a comparação entre métodos para avaliar qual o mais rápido. O critério de elegibilidade é de suma importância para que haja padronização dos modelos ao serem comparados, 10 estudos não contemplaram esse critério. Três estudos não discriminaram o instrumento de medida utilizado,

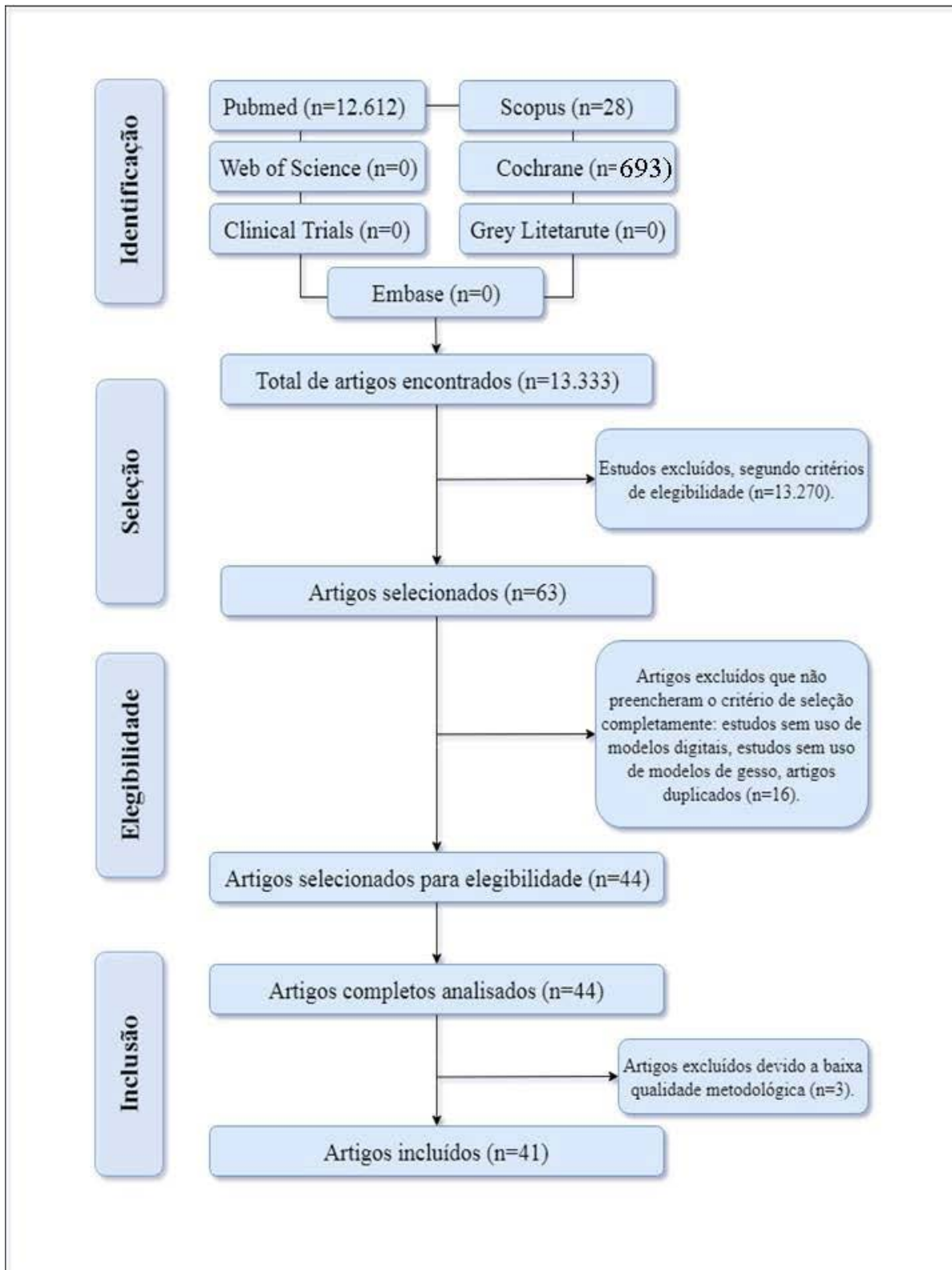


Figura 1: Fluxograma - Resultados das buscas nas bases de dados

Tabela 3: Protocolo de pontuação qualitativa da metodologia dos artigos analisados

Autor	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total	Qualidade
Abizadeh et al. (2012)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Asquith; Mcintyre (2012)	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	5	Baixa*
Bell et al. (2003)	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Bootvong et al. (2010)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Camardella et al. (2017)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9	Moderada
Costalos et al. (2005)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	6	Moderada
Czarnota et al. (2016)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9	Moderada
Dalstra; Melsen (2009)	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	7	Moderada
El-Zanaty et al. (2010)	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	9	Moderada
Fu et al. (2017)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Grewal et al. (2017)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	8	Moderada
Grunheid et al. (2014)	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	Alta
Hazeveld et al. (2014)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	9	Moderada
Hildebrand et al. (2008)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	10	Alta
Im et al. (2014)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9	Moderada
Jimenez-Gayosso et al. (2018)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	7	Moderada
Kasparova et al. (2013)	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8	Moderada
Keating et al. (2008)	1	0,5	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9,5	Moderada
Kim, J. H. et al. (2014)	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	7	Moderada
Kim, S. Y. et al. (2014)	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4	Baixa*
Kim, J. et al. (2014)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	8	Moderada
Koretsi et al. (2018)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Leifert et al., (2009)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Luu et al. (2014)	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	8	Moderada
Mangiacapra et al. (2009)	0	0,5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	5,5	Moderada
Mullen et al. (2007)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	Alta
Murugesan et al. (2012)	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4	Baixa*
Nalcaci et al. (2013)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	9	Moderada
Okunami et al. (2007)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	8	Moderada
Rangel et al. (2013)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Rheude et al. (2005)	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	Moderada
Rheude et al. (2005)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Santoro et al., (2003)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Sfondrini et al., (2018)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	10	Alta
Sjogren et al., (2010)	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	8	Moderada
Stevens et al., (2006)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Tavares et al., (2017)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	10	Alta
Veenema et al., (2009)	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	8	Moderada
Watanabe-Kanno et al. (2009)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Alta
Watanabe-Kanno et al. (2010)	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Wiranto et al. (2013)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9	Moderada
Yuan et al., (2013)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	8	Moderada
Zhang et al., (2016)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	8	Moderada
Zilberman et al. (2003)	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	7	Moderada

* artigos excluídos

A-Critérios de elegibilidade dos modelos; B-Tamanho da amostra; C-Descrição da condição dos modelos ortodônticos; D-Discriminação do instrumento de medida; E-Descrição da manipulação dos modelos; F-Especificidade dos pontos de referência; G-Abordagem do tempo de mensuração; H-Registro das medidas obtidas; I-Comparação com o grupo controle; J-Randomização declarada; K-Ocultação de pesquisadores; L-Significância estatística.

prejudicando a capacidade de reprodutibilidade do método empregado, assim como 6 estudos não estabeleceram pontos de referências para as medidas.

No que concerne a amostra dos estudos incluídos, apenas 3 estudos apresentaram amostras insatisfatórias. O registro das medidas não foi detalhado em 2 estudos. Nove estudos não declaram realizar a ocultação dos pesquisadores, enquanto 14 estudos não relataram realizar randomização dos modelos analisados.

Modelos de gesso versus modelos digitais

No que tange à avaliação de modelos digitais foi identificada na presente revisão a resolução dos instrumentos de medidas variou de 0.1 mm a 0.001 mm. A condição dos modelos de estudo relatada apresentou uma boa qualidade sem a presença de fraturas (SANTORO et al., 2003; HILDEBRAND et al., 2008; KEATING et al., 2008; Veenema et al., 2009; NALCACI et al., 2013; HAZEVELD et al., 2014), ranhuras (KEATING et al., 2008), bolhas (SANTORO et al., 2003; STEVENS et al., 2006; HILDEBRAND et al., 2008; KEATING et al., 2008; NALCACI et al., 2013; HAZEVELD et al., 2014) ou irregularidades (SANCHES et al., 2013) (Tabela 4). Na abordagem do tempo útil de mensuração o mesmo variou, com a aquisição dos dados sendo alcançada em menos de 20 minutos (YUAN et al., 2013), com a seguinte ordem de alcance: Emodels (2 minutos e 48 segundos), SureSmile (3 minutos e 12 segundos) e AnatoModels (4 minutos e 32 segundos) comparadas aos modelos de gesso (4 minutos e 29 segundos) (GRUNHEID et al., 2014). Um estudo relatou que o tempo para realização dos cálculos nos modelos de gesso foi em média de $65,6 \pm 47,0$ segundos menor do que os Emodels ($p < .0001$) (MULLEN et al., 2007). Em relação aos AnatoModels o tempo para realização das mensurações foi considerado em média 3,96 minutos maior do que nos modelos de gesso, sendo a confiabilidade intraexaminador de 95% ($p = 0.05$) (LUU et al., 2014).

No que se refere a média dos valores relacionados a confiabilidade intraexaminador a mesma foi superior a 0,8 (Kim, J. H. et al., 2014) e levemente maior para os modelos digitais ($p < .0001$) (COSTALOS et al., 2005;

Kim, J. et al., 2014) ($p > 0.75$) (EL-ZANATY et al., 2010). Constatou-se ainda, que a diferença média entre as medidas diretas e computadorizadas foi de 0,04mm ($p = 0.05$) (YUAN et al., 2013) e que as medidas obtidas usando modelos digitais, foram no geral menores do que aquelas obtidas usando modelos de gesso ($p < 0.001$) (NALCACI et al., 2013), ($p < 0.05$) (WATANABEKANNO et al., 2009), ($p=0.0124$) (Santoro et al., 2003). Houve diferenças estatisticamente significante entre os grupos, quanto à alinhamento, contatos oclusais e overjet ($p < .05$) (HILDEBRAND et al., 2008) conforme mostrado na Tabela 5, essa diferença foi maior para avaliação do overjet.

Em relação a reprodutibilidade das medidas, após a repetição de 10 mensurações, constatou-se a mesma sendo melhor para os modelos digitais onde o desvio padrão não excedeu a 0,10 mm ao contrário dos modelos de gesso no qual o mesmo foi quase 0,40 mm ($p < 0.01$) (DALSTRA; MELSEN, 2009). O comprimento do arco foi 1.5 ± 1.36 maior nos modelos de gesso do que nos modelos digitais ($p < .0001$) (MULLEN et al., 2007). As medidas da largura dos dentes foram similares entre os modelos Orthocad e de gesso, a diferença média foi menor que 0,3 mm ($p > 0.05$), (BOOTVONG et al., 2010). As medidas realizadas com SureSmile foram seguidas pelas demais sendo os modelos digitais da AnatoModels os menos acurados ($p < 0.05$) (GRUNHEID et al., 2014). As diferenças nas mensurações entre modelos de gesso, DigiModels e Lava models não excederam 0,2 mm ($p < 0.05$) (WIRANTO et al., 2013). Opondo-se aos demais meios de mensuração de modelos digitais, as medidas no RepRap3D demonstraram ser as mesmas nos modelos de gesso com desvio padrão menor que 0,5 mm (KASPAROVA et al., 2013).

Observa-se que existe diferença estatística significativa entre as mensurações nos modelos digitais para os modelos de gesso ($p < 0.05$) (CAMARDELLA et al., 2017; TAVARES et al., 2017), no entanto não a significância clínica, supõe-se que esta diferença ocorra devido a técnica de confecção do modelo digital (CZARNOTA et al., 2016), sendo assim esperado que alguns parâmetros de espaço ocorra devido ao erro cumulativo (KORETSI et al., 2018).

Tabela 4: Descrição dos estudos incluídos

Autor	Total	Amostra	Intervenção
		Condição dos modelos	Instrumento de medida
Abizadeh et al. (2012)	1	Modelos com vazios, dentes fraturados ou algum outro dando foram excluídos	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Bell et al. (2003)	22	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Bootvong et al. (2010)	60	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -

Tabela 4: Continuação

Camardella et al. (2017)	28	-	Convencional: paquímetro digital Digital: TRIOS Color Scanner/ Ortho Analyzer software
Costalos et al. (2005)	48	-	-
Czarnota et al. (2016)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: D700 Scanner/Ortho Analyzer software
Dalstra; Melsen (2009)	3	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
El-Zanaty et al. (2010)	34	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Programa de medições dentárias com base em 3 dimensões (3DD)
Fu et al. (2017)		Vazados em forma padrão, sem vazios e fraturas e uniformemente polido, registro claramente a dentição completa, osso basal, giro da mucosa, frênulo, rugas palatinas e outras estruturas anatômicas	Convencional: paquímetro digital Digital: Fotogrametria 3D / MeshLab
Grewal et al. (2016)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Insight Scanner / Cloud Software
Grunheid et al. (2014)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Emodel SureSmile software AnatoModels
Hildebrand et al. (2008)	36	Sem bolhas, sem dentes quebrados, retificados	Convencional: Medidor de medição ABO Digital: ABO OGS software
Im et al. (2014)	10	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Modelo de prototipagem rápida (Projet)
Jimenez-Gayosso et al. (2018)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Maestro3D Ortho Studio scanner
Kasparova et al. (2013)	10	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Keating et al. (2008)	30	Sem marcas na superfície, sem perda dentária, sem vazios, fraturas ou degraus nos pontos de contato	Convencional: paquímetro digital Digital: Scanner a laser sem contato
Kim, J. H. et al. (2014)	60		Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Insight 3D laser scanner
Kim, S. Y. et al.(2014)a	20	-	Convencional: Não menciona Digital: Scanner de luz branca sem contato/Delcam Copycad
Koretsi et al. (2017)	48	-	Convencional: paquímetro convencional Digital: OrthoX Scan/ Ivori®analyze
Leifert et al., (2009)	50	-	Convencional: paquímetro ortodontico digital Digital: OrthoCAD

Tabela 4: Continuação

Luu et al. (2014)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Anatomodels (Invivo software)
Mangiacapra et al. (2009)	5	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho3D software
Mullen et al. (2007)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Emodel software
Nalcaci et al. (2013)	20	Sem vazios, sem bolhas ou fraturas no dentes.	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Three-dimensional Models (O3DM)
Okunami et al. (2007)	30	-	Convencional: Medidor de medição Digital: OrthoCAD
Rangel et al. (2013)	10	Sem danos, presença de todos os dentes, morfologia normal dos dentes, sem atrição visível, cáries ou restaurações.	Convencional: Paquímetro digital Digital: Software MaxilimH 2.3.0
Rheude et al. (2005)	7	-	-
Sanches et al. (2013)	10	Todos os dentes apresentando morfologianormal, ausência de irregularidades	Convencional: paquímetro digital Digital: Scanner Orthodontic 3D
Santoro et al. (2003)	20	Sem vazios ou bolhas, sem fraturas	Convencional: paquímetro digital Digital: OrthoCAD
Sfondrini et al., (2017)	14	-	Convencional: Paquímetro analogico Digital: Trios 3 Mono Intraoral Scanner / Ortho Analyzer software
Sjogren et al., (2010)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Stevens et al., (2006)	24	Sem bolhas positivas ou negativas,	Convencional: paquímetro digital Digital: Emodel software
Tavares et al., (2017)	37	Perfeito estado de preparação e conservação, sem bolhas positivas ou negativas ou defeitos na coroa dentária.	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Insight 3D
Veenema et al., (2009)	30	Sem características que possam alterar o diâmetro mesiodistal ou bucolingual, como restaurações, cáries, atrições ou fraturas	-
Watanabe-Kanno et al. (2009)	15	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Cécile3 software
Watanabe-Kanno et al. (2010)	15	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Cécile3 software
Wiranto et al. (2013)	22	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Digi Model software Lava Model software
Yuan et al., (2013)	10	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Software SPSS 19.0
Zhang et al., (2017)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: iTero Scanner
Zilberman et al. (2003)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: OrthoCAD

Tabela 5: Resumo dos resultados

Autor	Tempo de mensuração	Registro das medidas obtidas
Abizadeh et al. (2012)	-	As diferenças estatisticamente significativas foram para largura intercanina superior (0,14 mm) e para a altura vertical inferior (1,58 mm) ($p < 0,05$).
Bell et al. (2003)	-	A média das diferenças de mensurações entre os modelos convencionais para os modelos digitais foi de 0.16 e 0.38 mm ($p < 0.05$).
Bootvong et al. (2010)	-	A mensuração da discrepância entre as linhas intercaninos, intermolares, overjet, overbite, linha média, análise espacial e largura dos dentes apresentaram magnitudes similares ($ICC > 0,7$).
Camardella et al. (2017)	-	Para vários parâmetros, foi encontrado diferença estatística entre as medidas dos dois modelos. No entanto, a maioria dessas discrepâncias não foi considerada clinicamente significativa.
Costalos et al. (2005)	-	Os modelos de gessos convencionais possuem moderada confiabilidade, enquanto os modelos digitais possuem alta confiabilidade ($p < 0.0001$).
Czarnota et al. (2016)	-	Foram observadas diferenças estatísticas significativas em alguns parâmetros como, deslocamento no segmento anterior de mandibular, overbite, distância intermolar na maxila, índice de Little e o índice de soma dos incisivos maxilares e mandibulares.
Dalstra; Melsen (2009)	-	O comprimento do arco e o overjet foram significativamente maiores quando medidos no modelo de gesso do que no modelo digital ($p < 0,001$).
El-Zanaty et al. (2010)	-	As medidas mesiodistais na maxila para os segundos pré-molares direito e esquerdo, incisivo central esquerdo e primeiro molar direito, assim como as medidas mesiodistais na mandíbula para os incisivos centrais direito e esquerdo, canino direito e primeiro pre-molar esquerdo tiveram concordância ($p > 0,75$).
Fu et al. (2017)	-	As diferenças médias entre as medições dos modelos fotogramétricos 3D e os modelos de gesso variaram de 0,011 a 0,402 mm. As diferenças médias entre as medições obtidas pelos modelos fotogramétricos 3D e os modelos de gesso não foram significativas, exceto para o perímetro do arco inferior ($p > 0.05$), e todas as diferenças foram consideradas como normalmente aceitável ($< 0,5$ mm).
Grewal et al. (2016)	-	Não foi encontrada diferença nas medições de análise do espaço total na arcada superior ($p = 0.79$) e inferior ($p = 0.69$).
Grunheid et al. (2014)	- Emodels: 2 minutos, 48 segundos; - SureSmile:3 minutos, 12 segundos; - Modelos de gesso:4 minutos, 29 segundos; - AnatoModels: 4 minutos, 32 segundos	A precisão das medidas foi melhor no software s SureSmile, seguido por Emodels. As medições nos AnatoModels foram os menos precisas ($p < 0.05$).
Hildebrand et al. (2008)	-	Para o alinhamento, contato oclusal e overjet houve diferença estatística significante ($p < 0,05$).

Tabela 5: Continuação

Im et al. (2014)	-	Diferenças estatísticas significantes foram observadas nas medidas de overjet e contato oclusal ($p < 0,01$).
Jimenez-Gayosso et al. (2018)	-	Nas medidas dos modelos do pré-tratamento foram observadas diferenças na largura intermolar maxilar ($p = 0.030$) e na altura do palato ($p = 0.002$). Já, as medidas do pos-tratamento apresentaram diferença entre os modelos para os seguintes parâmetros: largura intercanino mandibular ($p = 0.001$), altura do palato ($p = 0.001$), overjet ($p < 0.006$), overbite ($p = 0.005$), perímetro da maxila arco ($p = 0.012$), e no perímetro do arco mandibular ($p = 0.028$).
Kasparova et al. (2013)	-	A precisão das medidas de distância nos modelos de gesso e nas cópias impressas RepRap 3D foi a mesma ($p < 0.05$).
Keating et al. (2008)	-	As mensurações nos planos X e Y não apresentaram diferença estatística nos modelos analisados ($p > 0.5$). No entanto, no plano Z as mensurações foram estatisticamente diferentes ($p < 0,001$).
Kim, J. H. et al. (2014)	-	A diferença média entre modelos de gesso e modelos PUT variaram de 0,07 mm a 0,33 mm.
Kim, S. Y. et al. (2014)	-	A diferença média entre os modelos digitais para os modelos de gesso e $\leq 0,2\text{mm}3 \pm 0,169\text{mm}$. A largura do arco maxilar e do arco mandibular exibiram excelente concordância ($p < 0,05$).
Koretsi et al. (2017)	-	O viés entre os métodos foi estatisticamente significativo, mas menos de 0,5 mm para 87,2% dos resultados. A diferença total maxila e mandíbula teve amplos limites de concordância, mas o viés entre os métodos foi menor que o viés entre intra-observador.
Leifert et al., (2009)	-	Arco superior: diferença de 0,4 mm, sem diferença estatística significativa Arco inferior: não houve diferenças

Tabela 5: Continuação

Luu et al. (2013)	<p>- Modelo de gesso: 10 minutos - AnatoModel: 6 minutos</p>	<p>Comparando as medições dos modelos digitais com os modelos de gesso percebe-se pouca concordância com médias de diferenças baixas. Houve diferença estatística nas médias das medições dos dentes 11, 12, 13, 15, 21, 22, 23, 24, 25, largura intermolar inferior, perímetro do arco maxilar e mandibular, apinhamento, análise de Bolton, no entanto, apenas o perímetro do arco maxilar tinha um magnitude de diferença média, 3,38 mm e IC 95% (2,48; 4,28), que ultrapassaram o limiar clinicamente significativo ($p < 0,05$).</p>
Mangiacapra et al. (2009)	-	<p>Não houve diferenças estatísticas para as medições nos modelos digitais para os modelos convencionais nos seguintes parâmetros: distância canina ($p = 0.11$), distância inter-molar ($p = 0.24$), comprimento distal primeiro molar inferior direito ($p = 0.4$), comprimento mesio-distal do incisivo lateral inferior direito ($p = 0.39$). No entanto, o erro de medição para overbite foi menor para modelos digitais (média = 0,24, DP = 0,21) comparado aos modelos tradicionais (média = 0,69, DP = 0.53) ($p < 0.001$).</p>
Mullen et al. (2007)	<p>Diferenças significativas foram encontradas entre o tempo para executar os cálculos nos modelos de gesso, média de 65 segundos mais lento do que o cálculo com Emodels ($p .0001$).</p>	<p>Os modelos de gesso tinham uma média para o comprimento do arco de 1,5 ($\pm 1,36$ mm) do que os modelos digitais Emodels $pP .0001$; intervalo).</p>
Nalcaci et al. (2013)	-	<p>Houve diferenças estatísticas significante entre os dois métodos ($p < 0.001$). As medidas obtidas nos modelos digitais foram menores.</p>
Okunami et al. (2007)	-	<p>Houve diferenças significativas entre os modelos de gesso e os modelos digitais para contatos oclusais, relações oclusais e escores totais ($p < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada para alinhamento, cristas marginais, overjet e contatos interproximais.</p>
Rangel et al. (2013)	-	<p>Arco superior: erro médio de 0,14 mm Arco inferior: erro médio 0,18 mm A distância de 95% de todos os pontos correspondentes é entre 0,28 e 0,62 mm para a arcada superior e entre 0,35 e 0,64 mm para a arcada inferior.</p>
Rheude et al. (2005)	-	<p>Os resultados mostraram que 12,8% das características diagnósticas, 12% dos procedimentos mecânicos de tratamento e 6% dos planos de tratamento propostos mudaram após avaliação realizada em modelo de gesso ($p = .05$).</p>

Tabela 5: Continuação

Sanches et al. (2013)	-	Ao comparar os instrumentos de medição, Observa-se que as medidas mesiodistais dos dentes 13, 14, 23, 33 e 35 foram estatisticamente significativamente maiores para medições realizadas pelo software O3d comparado com um paquímetro digital ($p < 0.05$).
Santoro et al., (2003)	-	Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as medições para a largura dos dentes realizadas pelos dois métodos. As medições nos modelos digitais apresentaram-se menores do que as correspondentes no modelo de gesso (média de 0,49 mm), a maior diferença foi encontrada para o incisivo lateral esquerdo inferior (0,38mm) e overbite ($p = 0.0124$).
Sfondrini et al., (2017)	-	Não houve diferença estatística entre as medidas em modelo de gesso ou digital. No entanto, o tempo de processamento do modelo digital foi menor do que o método tradicional.
Sjogren et al., (2010)	-	As avaliações de rotações nos modelos digitais apresentaram-se maiores. A técnica convencional mostrou menor variação intraexaminador para variáveis angulares do que o método de imagem 3D.
Stevens et al., (2006)	-	A maioria das diferenças médias no tamanho dos dentes não foram estatisticamente significantes ($p > 0.0021 = 0.05$) ($p > 0.0021 = 0,05/24$). A diferença das medidas das larguras dos dentes foi de 0,17mm para os modelos de gesso e 0,22 para os modelos digitais Emodels.
Tavares et al., (2017)	-	Não houve diferenças estatísticas significativas foram observadas em relação às medidas realizadas no gesso ou modelos digitais ($p > 0.05$).
Veenema et al., (2009)	-	Não foram encontrados valores estatisticamente diferentes para a pontuação total do Índice de complexidade, resultado e necessidade (ICON) em modelos de gesso ou digitais. As pontuações do ICON realizadas em modelos baseados em computador parecem ser tão precisas e confiáveis quanto às pontuações do ICON em modelos de gesso.
Watanabe-Kanno et al. (2009)	-	Todos os valores obtidos a partir dos modelos digitais da Cécile3 foram menores que os valores obtidos nos modelos de gesso ($p < 0.05$).

Tabela 5: Continuação

Watanabe-Kanno et al. (2010)	-	As diferenças médias entre os modelos de gesso e digital em relação análise de Bolton anterior e global para o examinador 1 foram de 0,34 mm para ambos e para o examinador 2 foram de 0,28 mm e 0,21 mm, respectivamente. Embora as medidas do modelo digital tenham sido inferiores ao gesso ($p < 0.05$), estas foram consideradas clinicamente insignificantes (diferenças $< 0,1$ mm).
Wiranto et al. (2013)	Scanner: média de 23 minutos	As diferenças das medições nos modelos de gesso variaram de 0,04 a 0,16 mm para os modelos digitais no DigiModels e de 0,24 a 0,07 mm para os modelos no Lava Moldels. Nenhuma medidanos modelos Lava foi significativamente diferente daqueles nos modelos de gesso. Das medições no DigiModels, alguns mostraram diferenças significativas ($p < 0.05$). No entanto, nenhuma diferença ultrapassou 0,2 mm.
Yuan et al., (2013)	20 minutos	Diferença de 0.04 mm, sem significância estatística ($p = 0.05$)
Zhang et al., (2017)	-	Não houve diferença significativa entre os modelos de gesso e os modelos digitais, exceto por uma medida de menor largura intermediária ($P < 0,005$). A diferença média de superfície entre os dois modelos foi de 0,10 mm.
Zilberman et al. (2003)	-	Houve correlação entre as medidas da largura dentária, largura intercanina e intermolar ($p = 0.05$).

DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática centrou-se na avaliação da confiabilidade das medidas realizadas em modelos ortodônticos digitais comparados aos modelos de gesso convencionais. Foram incluídos estudos laboratoriais utilizando modelos ortodônticos digitais, onde os modelos de gesso funcionaram como grupo controle. Buscou-se assim, evidências na literatura sobre a confiabilidade de modelos ortodônticos digitais, visando a apresentação de dados calculados estatisticamente.

A importância desse estudo deve-se ao fato de avaliar as evidências a respeito da confiabilidade dos modelos digitais para serem utilizados na prática clínica dos ortodontistas, eliminando a necessidade de espaço para acomodação desses.

Modelos digitais menos confiáveis

Os AnatoModels apresentaram-se como os modelos menos acurados ($p < 0.05$) quando comparados com o grupo controle (GRUNHEID et al., 2014; LUU et al., 2014), demandando quase o dobro de tempo requerido para modelos de gesso quando da sua obtenção. Além disso, notou-se uma necessidade das medidas lineares e categóricas serem avaliadas com cuidado ao se utilizar desse processo de análise, no que se refere ao envolvimento de erro sistemático (LUU et al., 2014). Os modelos do sistema O3DM (versão 2.2) mostraram reprodutibilidade aceitável, porém esta foi menor para vários ângulos, com limite de concordância pobre para variáveis angulares e lineares (SJOGREN et al., 2010).

Modelos digitais igualmente confiáveis

As medidas nos modelos de gesso e RepRap3D

foram equivalentes. A análise da precisão foi feita através dos valores de desvio padrão, os quais não diferiram significativamente da soma do desvio padrão dos modelos de gesso, sendo menor que 0,5 mm ($p = 0.38$). Entretanto, os modelos de RepRap3D apresentaram a vantagem de serem mais rápidos e terem menor custo (KASPAROVA et al., 2013). Além desses, os modelos Orthocad também apresentaram mesma acurácia e confiabilidade que os modelos de gesso, quanto a análise de espaço, sendo as diferenças clinicamente insignificantes ($p < 0.05$) (LEIFERT et al., 2009). Contudo foi demonstrado que apesar de ser uma alternativa (SANTORO et al., 2003; COSTALOS et al., 2005) aos modelos de gesso o software Orthocad ABO OGS em sua versão digital não substitui o sistema manual, pois não fornece o mesmo escore e são inacurados quando em oclusão, interferindo nas medidas de overjet e contatos oclusais (HILDEBRAND et al., 2008). Os modelos Emodel (versão 6.0, GeoDigm) apresentaram-se com acurácia similar aos modelos de gesso e igualmente confiável aos mesmos, porém com tempo útil de mensuração mais rápido (MULLEN et al., 2007). As medidas da largura dos dentes foram no geral similares entre modelos de gesso e DigitModels e Lava models, não excedendo 0,2mm e sendo tão confiáveis quanto os mesmos (WIRANTO et al., 2013). As mensurações realizadas pelo software Ortho Analyzer apresentaram diferenças entre os modelos digitais e de gesso, no entanto, essa diferença foi considerada clinicamente aceitável (CZARNOVA et al., 2016; CAMARDELLA et al., 2017; SFONDRINI et al., 2018). Outros modelos digitais mensurados nos softwares Cloud (GREWAL et al., 2017) e Onyx Ceph3 (JIMENEZ-GAYOSSO et al., 2018) apresentaram boa confiabilidade, apesar de apresentarem diferenças em alguns parâmetros, mas com aceitação clínica.

Modelos digitais mais confiáveis

As medidas realizadas em modelos SureSmile (GRUNHEID et al., 2014) e alguns Emodels (STEVENS et al., 2006; GRUNHEID et al., 2014) demonstram-se mais confiáveis. Grunheid et al. (2014) demonstraram que modelos digitais podem ser tão acurados, mais reprodutíveis e significativamente mais rápidos do que mensurações em modelos de gesso. As medidas mais precisas foram atribuídas aos SureSmile, seguida pelos Emodels. No que tange a confiabilidade dos modelos Emodels, utilizando a média das medidas repetidas, a diferença média intraexaminador foi levemente maior na forma digital, enquanto a média interexaminador foi similar. A reprodutibilidade intra e interexaminador no geral foram maiores para os modelos digitais (STEVENS et al., 2006).

Assim como, os modelos digitais da Ivori Analyze foram considerados confiáveis, uma vez que houve menor variação entre as medições repetidas, no entanto, as medidas da largura dos dentes na Análise Bolton foram

maiores que os do modelo de gesso, apresentando diferença de 0,5mm entre os modelos. (KORETSI et al., 2018).

Apesar de notável a evolução da tecnologia digital, ainda é observada limitações quanto a precisão na análise de alguns desses modelos. Nessas condições, conforme apresentado pelos estudos prévios de Grunheid et al 2014 e Luu et al 2014, os modelos digitais da Anatomodels preencheram os caracteres de menor acurácia na reprodução das mensurações realizadas em modelos ortodônticos. Sendo assim, caberia salientar a importância do diagnóstico complementar, que poderia nesses casos, ser um coadjuvante a análise dos convencionais modelos de gesso, melhorando a qualidade do planejamento, já que, por si só, não forneceriam informações suficientemente adequadas para a prática clínica. Por outro lado, foi demonstrado que já existem modelos digitais, considerados altamente precisos, sendo tão confiáveis quanto em modelos de gesso, representando assim uma evidência positiva para a substituição destes, ao se considerar os benefícios inerentes.

CONCLUSÃO

Pode-se inferir com a realização dessa revisão sistemática que:

- As mensurações realizadas em modelos digitais podem ser tão bem acuradas, reprodutíveis e confiáveis quanto o método convencional utilizando modelos de gesso.

REFERÊNCIAS

- ABIZADEH, N. et al. Digital versus plaster study models: how accurate and reproducible are they? **Journal of Orthodontics**, v. 39, n. 3, p. 151-9, sep. 2012.
- ASQUITH, J. A.; MCINTYRE, G. T. Dental arch relationships on three-dimensional digital study models and conventional plaster study models for patients with unilateral cleft lip and palate. **The Cleft Palate-Craniofacial Journal**, v. 49, n. 5, p. 530-4, sep. 2012.
- BELL, A.; AYOUB, A. F.; SIEBERT, P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. **Journal of Orthodontics**, v. 30, n. 3, p. 219-23, sep. 2003.
- BOOTVONG, K. et al. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: reliability and validity. **The European Journal of Orthodontics**, v. 32, n. 5, p. 589-95, oct. 2010.
- CAMARDELLA, L. T.; BREUNING, H.; DE VASCONCELLOS VILELLA, O. Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 78, n. 3, p. 211-220, may. 2017.

- COSTALOS, P. A. et al. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 128, n. 5, p. 624-629, nov. 2005.
- CZARNOTA, J.; HEY, J.; FUHRMANN, R. Measurements using orthodontic analysis software on digital models obtained by 3D scans of plaster casts : Intrarater reliability and validity. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 77, n. 1, p. 22-30, jan. 2016.
- DALSTRA, M.; MELSEN, B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. **Journal of Orthodontics**, v. 36, n. 1, p. 36-41; discussion 14, mar 2009.
- EL-ZANATY, H. M. et al. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 137, n. 2, p. 259-65, feb. 2010.
- 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, n. 1, p. 1-16, feb. 2011.
- FU, X. et al. The application of multi-baseline digital close-range photogrammetry in three-dimensional imaging and measurement of dental casts. **PLoS One**, v. 12, n. 6, p. e0178858, 2017.
- GREWAL, B. et al. Royal London space analysis: plaster versus digital model assessment. **The European Journal of Orthodontics**, v. 39, n. 3, p. 320-325, jun. 1 2017.
- GRUNHEID, T. et al. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 145, n. 2, p. 157-64, feb. 2014.
- HAZEVELD, A.; HUDDLESTON SLATER, J. J.; REN, Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 145, n. 1, p. 108-15, jan. 2014.
- HILDEBRAND, J. C. et al. Evaluation of a software program for applying the American Board of Orthodontics objective grading system to digital casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 133, n. 2, p. 283-9, feb. 2008.
- IM, J. et al. Comparison of virtual and manual tooth setups with digital and plaster models in extraction cases. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 145, n. 4, p. 434-42, apr. 2014.
- JIMENEZ-GAYOSSO, S. I. et al. Difference between manual and digital measurements of dental arches of orthodontic patients. **Medicine (Baltimore)**, v. 97, n. 22, p. e10887, jun. 2018.
- JOFFE, L. OrthoCAD: digital models for a digital era. **Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 4, p. 344-7, dec. 2004.
- KANG, S. H. et al. Early orthognathic surgery with three-dimensional image simulation during presurgical orthodontics in adults. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 22, n. 2, p. 473-81, mar. 2011.
- KASPAROVA, M. et al. Possibility of reconstruction of dental plaster cast from 3D digital study models. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 12, p. 49, may. 2013.
- KEATING, A. P. et al. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. **Journal of Orthodontics**, v. 35, n. 3, p. 191-201; discussion 175, sep. 2008.
- KIM, J.; HEO, G.; LAGRAVERE, M. O. Accuracy of laser-scanned models compared to plaster models and cone-beam computed tomography. **The Angle orthodontist**, v. 84, n. 3, p. 443-50, may. 2014.
- KIM, J. H. et al. Accuracy and precision of polyurethane dental arch models fabricated using a three-dimensional subtractive rapid prototyping method with an intraoral scanning technique. **The Korean Journal of Orthodontics**, v. 44, n. 2, p. 69-76, mar. 2014. (a)
- KIM, S. Y. et al. Comparison of the accuracy of digitally fabricated polyurethane model and conventional gypsum model. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 6, n. 1, p. 1-7, feb. 2014.
- KORETSI, V. et al. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. **The European Journal of Orthodontics**, v. 40, n. 1, p. 52-57, jan. 2018.
- LEIFERT, M. F. et al. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 136, n. 1, p. 16 e1-4; discussion 16, jul. 2009.
- LUU, N. S. et al. The validity, reliability, and time requirement of study model analysis using cone-beam computed tomography-generated virtual study models. **Orthodontics & Craniofacial Research**, v. 17, n. 1, p. 14-26, feb. 2014.
- MAH, J. The evolution of digital study models. **Journal of Clinical Orthodontics** v. 41, n. 9, p. 557-61; quiz 424, sep. 2007.
- MANGIACAPRA, R. et al. Traditional plaster casts and dental digital models: intra-examiner reliability of measurements. **Progress in Orthodontics**, v. 10, n. 2, p. 48-53, 2009.
- MULLEN, S. R. et al. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 132, n. 3, p. 346-52, sep. 2007.
- MURUGESAN, K. et al. Comparative evaluation of dimension and surface detail accuracy of models produced by three different rapid prototype techniques. **The Journal of the Indian Prosthodontic Society**, v. 12, n. 1, p. 16-20, mar. 2012.

- NALCACI, R.; TOPCUOGLU, T.; OZTURK, F. Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. **European Journal of Dentistry**, v. 7, n. Suppl 1, p. S66-70, sep. 2013.
- OKUNAMI, T. R. et al. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 131, n. 1, p. 51-6, jan 2007.
- RANGEL, F. A. et al. Accuracy and reliability of a novel method for fusion of digital dental casts and Cone Beam Computed Tomography scans. **PLoS One**, v. 8, n. 3, p. e59130, 2013.
- RHEUDE, B. et al. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. **The Angle orthodontist**, v. 75, n. 3, p. 300-4, may. 2005.
- SANCHES, J. O. et al. Comparison of space analysis performed on plaster vs. digital dental casts applying Tanaka and Johnston's equation. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 18, n. 1, p. 128-33, jan./feb. 2013.
- SANTORO, M. et al. Comparison of measurements made on digital and plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 124, n. 1, p. 101-5, jul. 2003.
- SFONDRINI, M. F. et al. Computerized Casts for Orthodontic Purpose Using Powder-Free Intraoral Scanners: Accuracy, Execution Time, and Patient Feedback. **BioMed Research International**, v. 2018, p. 1-8.
- SJOGREN, A. P.; LINDGREN, J. E.; HUGGARE, J. A. Orthodontic study cast analysis--reproducibility of recordings and agreement between conventional and 3D virtual measurements. **Journal of Digital Imaging**, v. 23, n. 4, p. 482-92, aug. 2010.
- STEVENS, D. R. et al. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 129, n. 6, p. 794-803, jun. 2006.
- TAVARES, A.; BRAGA, E.; ARAUJO, T. M. Digital models: How can dental arch form be verified chairside? **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 22, n. 6, p. 68-73, nov./dec. 2017.
- VEENEMA, A. C. et al. Index of Complexity, Outcome and Need scored on plaster and digital models. **The European Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 3, p. 281-6, jun. 2009.
- WATANABE-KANNO, G. A. et al. Determination of tooth-size discrepancy and Bolton ratios using Bibliocast Cecile3 digital models. **International Orthodontics**, v. 8, n. 3, p. 215-26, sep. 2010.
- WATANABE-KANNO, G. A. et al. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Cecile3 digital models. **Brazilian Oral Research**, v. 23, n. 3, p. 288-95, jul./sep. 2009.
- WIRANTO, M. G. et al. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 143, n. 1, p. 140-7, jan. 2013.
- YUAN, F. S. et al. Accuracy evaluation of a new three-dimensional reproduction method of edentulous dental casts, and wax occlusion rims with jaw relation. **International Journal of Oral Science**, v. 5, n. 3, p. 155-61, sep. 2013.
- ZHANG, F.; SUH, K. J.; LEE, K. M. Validity of Intraoral Scans Compared with Plaster Models: An In-Vivo Comparison of Dental Measurements and 3D Surface Analysis. **PLoS One**, v. 11, n. 6, p. e0157713, 2016.
- ZILBERMAN, O.; HUGGARE, J. A.; PARIKAKIS, K. A. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. **The Angle orthodontist**, v. 73, n. 3, p. 301-6, jun. 2003