



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

George Nunes Bueno

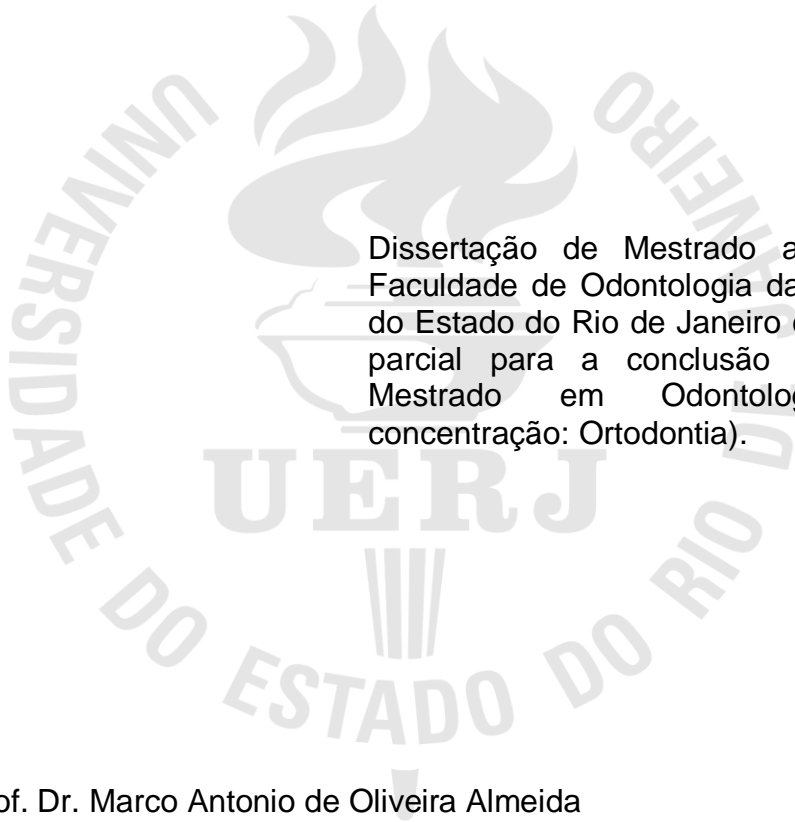
**Confiabilidade de diferentes métodos de aquisição de modelos dentários
digitais**

Rio de Janeiro

2014

George Nunes Bueno

**Confiabilidade de diferentes métodos de aquisição de modelos dentários
digitais**



Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para a conclusão do curso de Mestrado em Odontologia (área de concentração: Ortodontia).

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

B928 Bueno, George Nunes.
Confiabilidade de diferentes métodos de aquisição de modelos dentários digitais / George Nunes Bueno. – 2014.
63 f.

Orientador: Marco Antonio Oliveira Almeida.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Ortodontia. 2. Modelos dentários. 3. Imagem tridimensional. I. Almeida, Marco Antonio Oliveira. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

George Nunes Bueno

**Confiabilidade de diferentes métodos de aquisição de modelos dentários
digitais**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para a conclusão do curso de Mestrado em Odontologia (área de concentração: Ortodontia).

Aprovada em 29 de janeiro de 2014.

Orientador:

Prof. Dr. Marco Antonio Oliveira Almeida
Faculdade de Odontologia – UERJ

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Felipe de Assis Carvalho
Faculdade de Odontologia – UERJ

Prof. Dr. Jonas Capelli Júnior
Faculdade de Odontologia – UERJ

Prof. Dr. Alexandre Trindade Motta
Faculdade de Odontologia – UFF

Rio de Janeiro

2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os envolvidos em sua elaboração, desde sua idealização até a sua concretização. À todos os meus mestres, à todos que amo. Em especial à Liérgy, André, Maria José e Nathalia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus. Pela oportunidade. De crescer. De melhorar. Sempre. Em segundo lugar, mas não menos importante, devo tudo o que tenho e o que sou à minha família! Que acreditou em mim e, mesmo à distância, se fez tão presente nessa caminhada. Agradeço também à Nathalia. Obrigado por acreditar, junto comigo, nesse amor. Que seja eterno enquanto dure. Que dure para sempre.

Ao Professor Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida pela paciência, atenção e amizade durante todo o curso de especialização e durante o mestrado. Agradeço por acreditar em mim. Levarei sempre comigo seus ensinamentos científicos e de vida. E, claro, aguardarei por mais alguns.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UERJ: Dr. Alvaro Francisco Carrielo Fernandes, Dr. Alvaro de Moraes Mendes, Dr^a. Cátia Abdo Quintão, Dr^a. Flavia Raposo Gebara Artese, Dr^a. Ione Helena Vieira Portella Brunharo, Dr. Jonas Capelli Jr., Dr. José Augusto Mendes Miguel, Dr^a. Maria das Graças Carlini, Dr^a. Maria Teresa de Andrade Goldner e Dr^a. Vera Lucia Cosendey Corte-Real, pelos quais eu tenho grande respeito e admiração. Obrigado por tudo.

Aos meus amigos de turma, da especialização, mestrado e do doutorado, que compartilharam comigo momentos de alegria, de aprendizado e superação. Antes das palavras, vem o meu grande orgulho de tê-los ao meu lado durante o curso. A amizade de todos vocês foi imprescindível para a realização deste sonho.

Aos funcionários da Clínica de Ortodontia da UERJ e da própria UERJ, desde a secretaria prestativa até a simpática faxineira. São as pessoas que fazem o lugar ser maravilhoso e não o contrário. Muito obrigado, de coração!

Aos professores e verdadeiros mestres que tive na Graduação e por toda a vida. Gostaria que soubessem o quanto mudei desde os anos que passamos juntos na UFES. E, hoje, o que eu quero cada vez mais é me parecer com vocês. Vocês foram e são grandes exemplos para mim.

Enquanto suspiramos por uma vida sem dificuldades, devemos nos lembrar que o carvalho cresce forte através de ventos contrários e que os diamantes são formados sob pressão.

Peter Marshall

RESUMO

BUENO, George Nunes. **Confiabilidade de diferentes métodos de aquisição de modelos dentários digitais**. 2014. 65f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

O uso de modelos de estudo dentários faz parte tanto da prática quanto da pesquisa odontológica e ortodôntica. Com a introdução dos *scanners* 3D e dos tomógrafos CBCT (*cone beam computer tomography*) tornou-se possível a obtenção de modelos dentários tridimensionais virtuais das arcadas dentárias. Foram selecionados 56 modelos dentários superiores e escaneados em três tipos diferentes de *scanners*: Maestro 3D Dental Scanner (AGE Solutions, Potedera, Italia), 3Shape R700 3D Scanner (3Shape, Copenhagen, Dinamarca) e o scanner 3Shape TRIOS (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). Doze medidas foram realizadas nos modelos dentários de gesso e comparadas com as mesmas medidas realizadas nos modelos dentários digitais por meio do teste de Análise de Variância (ANOVA). Estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas entre as medições tradicionais nos modelos dentários de gesso e as medidas realizadas nos modelos dentários digitais. Os três tipos de métodos de aquisição de modelos dentários digitais foram considerados confiáveis para as medições horizontais, transversais e verticais. Os modelos dentários virtuais podem ser indicados como substitutos dos modelos dentários de gesso.

Palavras-chave: Ortodontia. Modelos dentários digitais. Modelos dentários. Confiabilidade.

ABSTRACT

BUENO, George Nunes. **Reliability of different methods of acquiring digital dental casts**. 2014. 65f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

The use of dental study casts is part of the practice and research in dentistry and orthodontics. With the advent of 3D scanners and CBCT (cone beam computer tomography) scanners, it became possible to obtain three-dimensional virtual dental casts of the dental arches. 56 upper dental casts were selected and scanned in three different types of scanners: Maestro 3D Dental Scanner (AGE Solutions, Potedera, Italy), 3Shape R700 3D Scanner (3Shape, Copenhagen, Denmark) and 3Shape TRIOS scanner (3Shape, Copenhagen, Denmark). 12 Measurements were performed on dental plaster models and compared with the same measurements in digital dental models through test Analysis of Variance (ANOVA). No statistically significant differences were found between the traditional measurements in dental plaster models and measurements taken in the digital dental models. The three kinds of methods to acquire digital dental models were considered reliable for horizontal, vertical and cross measurements. The virtual dental models can be indicated as substitutes for dental plaster models.

Key words: Orthodontics. Digital models. Dental models. Accuracy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	<i>Scanner</i> Maestro 3D (AGE Solutions, Potedera, Italia).....	27
Figura 2	<i>Scanner</i> 3D 3Shape R700 (3Shape, Copenhagen, Dinamarca).....	27
Figura 3	<i>Scanner</i> TRIOS 3Shape (3Shape, Copenhagen, Dinamarca).....	28
Figura 4	Cópias de tela das medições realizadas com o software Geomagic Studio 2012 (Raindrop Geomagic, Inc, Cary, NC). Medidas avaliadas: a. Distância intercaninos, b. Distância intermolares, c. Distância interpalatinas 1°Ms, d. Distância 16-12, e. Distância 12-11, f. Distância 21-22, g. Distância 22-26, h. Distância 13-16, i. Distância 23-26, j. Altura 11, k. Altura 23, l. Altura 26.....	30
Tabela 1	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) de todas as medidas avaliadas.....	35
Gráfico 1	- Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância intercaninos entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS).....	36
Gráfico 2	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância intermolares entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS).....	36
Gráfico 3	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância interpalatina 1°Ms entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS).....	37
Gráfico 4	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 16-12 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS).....	37
Gráfico 5	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 12-11	

	entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	38
Gráfico 6	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 21-22 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	38
Gráfico 7	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 22-26 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	39
Gráfico 8	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 13-16 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	39
Gráfico 9	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 23-26 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	40
Gráfico 10	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida distância Altura 11 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	40
Gráfico 11	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida distância Altura 23 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	41
Gráfico 12	Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida distância Altura 26 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS).....	41
Figura 5	Gráficos de dispersão da variável Distância Intercaninos entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 -	

	Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	42
Figura 6	Gráficos de dispersão da variável Distância Intermolares entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	43
Figura 7	Gráficos de dispersão da variável Distância Interpalatinas de 1°Ms entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	43
Figura 8	Gráficos de dispersão da variável Distância 16-12 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	44
Figura 9	Gráficos de dispersão da variável Distância 12-11 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	44
Figura 10	Gráficos de dispersão da variável Distância 21-22 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	45
Figura 11	Gráficos de dispersão da variável Distância 22-26 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	45

Figura 12	Gráficos de dispersão da variável Distância 13-16 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	46
Figura 13	Gráficos de dispersão da variável Distância 23-26 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	46
Figura 14	Gráficos de dispersão da variável Distância Altura 11 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	47
Figura 15	Gráficos de dispersão da variável Distância Altura 23 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	47
Figura 16	Gráficos de dispersão da variável Distância Altura 26 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , M3 – 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> , M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56).....	48
Tabela 2	Análise das medidas repetidas para Análise de Variância (ANOVA) entre os modelos de gesso e os modelos digitais originados dos 3 tipos de <i>scanner</i> avaliados (Maestro 3D Dental <i>Scanner</i> , 3Shape R700 3D <i>Scanner</i> e 3Shape TRIOS).....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1Ms	Primeiros molares
CBCT	Tomografia computadorizada <i>cone beam</i>
CCI	Coefficiente de Correlação Intra-classe
DP	Desvio padrão
Méd	Média
PAR	<i>Peer Assessment Rating</i>
STL	Estereolitografia
TC	<i>scanner</i> de Tomografia Computadorizada

LISTA DE SÍMBOLOS

m ³	Metro cúbico
Gb	Gibabytes
mm	Milímetro
%	Porcentagem

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	15
1	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.1	A importância dos modelos de estudo.....	17
1.2	Métodos de obtenção dos modelos tridimensionais.....	18
1.3	Substituição dos modelo tradicionais pelos tridimensionais.....	21
2	PROPOSIÇÃO.....	24
2.1	Objetivos gerais.....	24
2.2	Objetivos específicos.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Tipo de estudo e sujeitos da pesquisa.....	25
3.2	Escaneamento dos modelos.....	26
3.3	Mensuração e comparação entre os modelos.....	28
3.4	Análise estatística.....	33
3.5	Aspectos éticos.....	34
4	RESULTADOS.....	35
5	DISCUSSÃO.....	50
6	CONCLUSÕES.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	ANEXO – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto.....	62

INTRODUÇÃO

O uso de modelos de estudo dentários faz parte tanto da prática quanto da pesquisa odontológica e ortodôntica. Eles fornecem uma ferramenta útil para fins de ensino e são essenciais para a ortodontia, cirurgia bucomaxilofacial e outras especialidades.

Especialmente na ortodontia, quando são consideradas e respeitadas as leis de guarda de documentações de pacientes novos e antigos, os modelos de gesso ortodônticos tradicionais podem causar certa dificuldade de armazenamento, visto que necessitam de espaço e aumentam o custo de manutenção de um consultório odontológico. Problemas como este demonstram a necessidade de se considerar um método alternativo de aquisição e guarda dos modelos ortodônticos.

As ciências relacionadas à computação avançam rapidamente e resultam em aumento do uso de novas tecnologias em todos os níveis da sociedade moderna. Assim, a rotina do ortodontista se modificou com a possibilidade do armazenamento e manipulação dos exames de diagnóstico por meio do computador. ⁽¹⁾

Com a introdução dos *scanners* 3D e dos tomógrafos CBCT (*cone beam computer tomography*) tornou-se possível a obtenção de modelos dentários tridimensionais virtuais das arcadas dentárias. Estes possuem alta precisão e podem ser manipulados por meio de *softwares* específicos, possibilitando a realização da análise de modelos, importante etapa auxiliar para o planejamento ortodôntico. ⁽²⁾

Entre as principais vantagens apontadas para os modelos dentários digitais está a fácil manipulação dos mesmos e o fato de não necessitar de espaço físico para armazenamento, pois estes ficam salvos no computador, ⁽³⁻⁵⁾ produzindo imagens duráveis sem perda ou dano aos modelos originais. Além disso, certas limitações dos modelos de gesso, como a necessidade de um espaço físico que funcione como estoque, além do risco de danos permanentes do gesso, seriam eliminadas com o uso de modelos digitais, principalmente com o aumento da demanda por troca de informações e facilidade de comunicação interprofissionais. ^{(6,}
7)

Alguns trabalhos ⁽³⁻⁸⁾ analisaram a confiabilidade da substituição dos exames convencionais pelos digitais. Porém, ainda existem poucos estudos na literatura que

avaliaram a reprodutibilidade de diferentes técnicas de aquisição de modelos digitais. ⁽⁹⁾

Etapas como diagnóstico e o planejamento são fundamentais para o sucesso do tratamento ortodôntico e a qualidade dos registros e documentos ortodônticos é necessária para que medições realizadas nos modelos de estudo possam ser utilizadas durante a determinação do plano do tratamento para cada paciente. ⁽¹⁰⁾

É importante, portanto, avaliar a validade e confiabilidade da utilização dos modelos dentários digitais, bem como comparar diferentes tecnologias de digitalização e obtenção destes modelos, para que se possa utilizá-los em substituição aos modelos ortodônticos tradicionais de gesso.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 A importância dos modelos de estudo

O estabelecimento de um diagnóstico preciso é importante para o sucesso do tratamento ortodôntico, a fim de que as necessidades do paciente e do ortodontista sejam alcançadas. Por meio da identificação das características da maloclusão, é possível definir a causa do problema e a melhor estratégia de tratamento e os modelos dentários fornecem informações essenciais.⁽²⁾

De acordo com Habib et al.⁽¹¹⁾ os modelos de estudo são fundamentais no diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico. Através deles pode-se visualizar os arcos dentários nas três dimensões do espaço. Além de servirem de referência para avaliação da condução do tratamento nas mais diferentes fases, são considerados como uma das formas de registro legal dos dados do paciente.

Modelos de gesso bem confeccionados servem para a identificação não somente do posicionamento dos dentes e suas dimensões, mas também da relação dos elementos dentários com suas bases ósseas.⁽¹⁰⁾

A utilidade dos exames pedidos rotineiramente pelos ortodontistas foi avaliada em um estudo que incluiu modelos dentários, fotografias extra-orais e radiografias panorâmica e cefalométrica lateral.⁽¹²⁾ Os avaliadores recebiam primeiramente apenas modelos de gesso e, em seguida, num segundo momento, para complementar as informações, recebiam os exames restantes. De acordo com os resultados da pesquisa, apenas com a análise dos modelos de estudo, em 55% dos casos foi possível obter um plano de tratamento compatível com o diagnóstico estabelecido após a análise de toda a documentação ortodôntica realizada no segundo momento.

1.2 Métodos de obtenção dos modelos tridimensionais

Pode-se dizer que a busca por imagens tridimensionais iniciou-se a partir da introdução do cefalostato, quando Broadbent salientou a importância de coordenar os filmes cefalométricos lateral e pósterio-anterior a fim de chegar a uma definição sem distorção da forma e imagem esquelética craniofacial. ⁽¹³⁾ Modelos de estudo tridimensionais foram introduzidos na odontologia por volta do ano de 1900. ⁽¹⁴⁾

Técnicas para obtenção de dados tridimensionais surgiram, entre elas a fotogrametria. A fotogrametria é uma técnica que permite extrair de fotografias métricas, a forma, as dimensões e a posição dos objetos nelas contidos. A estereofotogrametria é uma evolução da fotogrametria e pode fornecer uma avaliação mais abrangente e precisa do objeto capturado. Esta técnica utiliza um ou mais pares de pontos de vista convergentes para construir um modelo 3D que pode ser visto de qualquer perspectiva e medido a partir de qualquer direção. O primeiro uso clínico de estereofotogrametria foi relatado em 1944, quando foram registradas mudanças na morfologia facial produzidas pelo tratamento ortodôntico. ⁽¹⁵⁾ Embora esta técnica tenha se mostrado muito valiosa em imagens de face humana, não foi considerada adequada para a captura de modelos de estudo. ⁽¹⁶⁾ Ayoub *et al.* ⁽¹⁷⁾ discutiram a possibilidade de empregar esta técnica para arquivar modelos de estudo utilizados na prática ortodôntica e propuseram uma configuração específica do sistema para alcançar modelos de alta qualidade. Com grandes avanços na tecnologia dos computadores, uma nova geração de técnicas computadorizadas de estereofotogrametria surgiu para tornar os procedimentos de captura e de construção mais rápidos, simples e precisos.

Em 1981, Scott ⁽¹⁸⁾ introduziu novos instrumentos de medição em um congresso de fotometria, em Londres. Os instrumentos eram capazes de realizar medidas tridimensionais diretamente nos objetos. O princípio básico era a reflexão do objeto em um espelho de prata criando uma imagem virtual com todas as propriedades dimensionais do objeto real. Podia-se formar linhas e planos a partir de pontos digitados e usá-los para conseguir distâncias ou ângulos. Os resultados poderiam ser avaliados por um computador, armazenados ou impressos para análise.

Outra técnica surgiu posteriormente com a utilização de um sistema computadorizado para diagnóstico e arquivamento da imagem digital. ⁽¹⁹⁾ Estes autores fotografaram modelos de gesso convencionais e marcaram 118 pontos

nestes modelos. A ligação entre os pontos produzia imagens em duas dimensões dos modelos originais que substituiria a visão necessária dos modelos de gesso tradicionais. Os autores enfatizaram a possibilidade do uso desta técnica em longa escala.

Estudos com dispositivos como o reflex metrograph ⁽²⁰⁾ mostraram-se confiáveis para a avaliação de mudanças dentárias a partir da identificação de pontos nos modelos de gesso e da digitalização destes pontos. O reflex metrograph apresentou-se preciso, versátil e de fácil manuseio para a digitalização de modelos dentários. ⁽²¹⁾ Um instrumento construído com o mesmo intuito foi o Optocom. Este aparelho também permitia coletar dados tridimensionais e analisar os modelos dentários superior e inferior como se fossem uma única unidade, mas se tratava de um procedimento mais complexo e oneroso do que o reflex metrograph. ⁽²²⁾

A introdução dos *scanners* 3D e das tomografias computadorizadas do tipo Cone Beam (CBCT) na ortodontia tornou possível a melhoria das ferramentas de diagnóstico com a obtenção de modelos tridimensionais virtuais das arcadas dentárias a partir dos cortes tomográficos ⁽⁶⁾.

No ano 1972, surgiu o primeiro *scanner* de Tomografia Computadorizada (TC) comercialmente disponível. No início de 1980, pesquisadores começaram a investigar imagens 3D de deformidades craniofaciais e o primeiro *software* de simulação foi desenvolvido para a cirurgia craniofacial em 1986. As imagens tridimensionais evoluíram para uma disciplina própria, na qual foram discutidas várias formas de manipulação, visualização e análise de estruturas multidimensionais. ⁽²³⁾ A tomografia computadorizada em 3D foi considerada uma opção para a obtenção de modelos tridimensionais, mas o alto custo limitava ainda sua utilidade na prática clínica diária, ⁽²⁴⁾ além da alta dose de radiação que o paciente recebia e da baixa resolução utilizada.

Além dos modelos tridimensionais provenientes de uma tomografia computadorizada, existem dois métodos principais para a obtenção de modelos digitais, um destes é feito por meio da moldagem da oclusão do paciente e esta moldagem é escaneada. O outro método é feito a partir de um modelo de gesso real, este modelo é digitalizado por um *scanner* de modelos e pode ser visualizado e avaliado pelo ortodontista em um software disponibilizado pela empresa responsável pela fabricação do *scanner*. ^(7, 25)

O contínuo desenvolvimento dos softwares e de hardwares por diversas empresas reduziu o custo da etapa de digitalização dos modelos ortodônticos.⁽²⁵⁾

Um exemplo de método de obtenção de modelos digitais com escaneamento de moldagens é a tecnologia OrthoCAD™ que, através de um software desenvolvido pela CADENT, Inc. (*Computer Aided Dentistry, Fairview, NJ, USA*) permite ao ortodontista visualizar, manipular, medir e analisar modelos de estudo digitais com facilidade e rapidez. São necessárias moldagens dos arcos superior e inferior e um registro de mordida para a construção dos modelos tridimensionais. O software específico possui variadas ferramentas de diagnóstico que permitem, por exemplo: análises de medição, análise da linha média, e análises de sobremordida e sobressaliência.⁽²⁶⁾

Uma ferramenta mais recente que pode ser utilizada para a obtenção de modelos tridimensionais é o escaneamento a laser intra-oral.⁽²⁷⁾ Os equipamentos utilizam a técnica de luz estruturada, onde uma câmera de vídeo registra as distorções da luz sobre os elementos dentais. O computador, posteriormente, processa as imagens e faz a combinação destas em conjunto para criar um arco dentário completo em 3D.⁽²⁴⁾

Uma pesquisa com 23 pacientes avaliou o resultado do tratamento planejado com modelos iniciais obtidos a partir de um *scanner* intra-oral. Os resultados entre o planejamento virtual e o resultado final dos tratamentos foi considerado variável, dependendo do tipo de dente e da dimensão de movimento pretendido.⁽²⁸⁾

Entre as principais vantagens apontadas para os modelos digitais está a fácil manipulação dos mesmos e o fato de não necessitar de grande espaço físico para armazenamento, pois estes ficam salvos no computador,^(3-5, 7) produzindo imagens duráveis, sem perda ou danos aos modelos originais. Os modelos digitais tem se mostrado de grande utilidade em grande parte dos casos tratados.^(25, 29)

Um estudo com seis pares de modelos de gesso e três avaliadores comparou medidas horizontais e verticais realizadas em modelos de gesso e em modelos digitalizados. Os resultados da pesquisa mostraram que modelos de gesso podem ter utilidade para o diagnóstico, uma vez que não houve diferenças estatisticamente significantes entre as medições realizadas.⁽³⁰⁾

Com a chegada de novos *scanners* ao mercado odontológico, tornou-se necessária a validação da precisão e reprodutibilidade das medições mais utilizadas em Ortodontia, afim de que diagnósticos precisos possam ser realizados e

reproduzidos, bem como as avaliações necessárias para um correto planejamento do tratamento dos pacientes.

1.3 Substituição dos modelos tradicionais pelos tridimensionais

Tanto em Ortodontia quanto na área restauradora (Prótese e Dentística, em especial), o uso de modelos de gesso é fundamental, e prática diária nas clínicas dessas especialidades. A possibilidade de se digitalizar os modelos de gesso, ou mesmo de escanear os dentes diretamente da boca do paciente, sempre foi uma busca da Odontologia. Evitar desconforto, agilizar o trabalho, melhorar a comunicação entre colegas e com os laboratórios de prótese, e reduzir os espaços físicos necessários para o arquivamento desses modelos são algumas das alegadas vantagens dessa tecnologia.

Além das fotografias e radiografias digitais, que estão se tornando parte integral da prática ortodôntica moderna, os modelos ortodônticos, tradicionalmente feitos de gesso, também podem vir a ser substituídos por modelos digitais. Com o avanço da tecnologia, há uma ampla variedade de estudos sobre o emprego de modelos virtuais como forma de diagnóstico e planejamento ortodôntico. Alguns trabalhos ^(3, 4, 6-8) analisaram a confiabilidade da substituição dos exames convencionais pelos digitais.

Em teoria, algumas limitações dos modelos de gesso seriam eliminadas com o uso de modelos digitais, ^(4, 6) a fim de facilitar a documentação do progresso do tratamento e a comunicação entre profissionais, pois poderiam ser analisados a qualquer distância e a qualquer tempo, economizando tempo e esforço no planejamento do tratamento, uma vez que não seria mais necessária uma reunião física. Muitos autores apontam como vantagens dos modelos digitais a fácil manipulação dos mesmos e o fato de não necessitarem de espaço físico para armazenamento, pois estes ficam salvos no computador ^(3, 7), produzindo imagens duráveis, sem perda ou danos aos modelos originais.

Se um modelo digital requer, em média, 5 Mb de espaço, um CD-ROM pode acomodar entre 130 e 145 modelos de estudo, e um disco rígido com capacidade de 60 Gb pode acomodar cerca de 12.000 modelos de estudo. Foi calculado que, para

uma clínica ou consultório com 1000 pacientes novos a cada ano, 17 m³ de espaço são necessários para o armazenamento de modelos de estudo de gesso.⁽³¹⁾ Com o uso de modelos de estudo digitais, este espaço de armazenamento não seria mais necessário.

Contudo, segundo alguns autores, os modelos digitais ainda apresentam limitações, como, por exemplo, a falta de nitidez na posição da linha média ou nos detalhes da anatomia oclusal⁽⁴⁾, além da necessidade de um computador e de um *software* específico para sua análise, o que leva a um custo mais elevado e dificulta a utilização para muitos ortodontistas. Há também a necessidade de um período de aprendizagem, para que o clínico se adapte à utilização do modelo digital, para não ocorram erros na comunicação entre diferentes profissionais, no diagnóstico do caso e no plano de tratamento do paciente.

Garino e Garino⁽³²⁾ investigaram se ocorrem diferenças de medição do arco dentário entre modelos de gesso e digitais do mesmo paciente. Foram selecionados 40 pacientes e obtidos modelos de gesso e digitais de cada um. As medições realizadas foram: distâncias intercaninos e intermolares, tamanho dos dentes, rotação, apinhamento, e inclinação de incisivos. Os resultados deste estudo sugerem que as mesmas medidas realizadas em modelos de gesso e digitais são mais precisas nos modelos digitais, possivelmente, devido à capacidade de ampliar e girar o modelo na tela do computador.

Bell e Ayoub⁽¹⁷⁾ não observaram diferenças significativas entre medições realizadas em modelos digitais quando comparadas com medições realizadas em modelos de gesso com uma amostra de 20 modelos de gesso.

Outro estudo comparou planos de tratamento realizados com 10 pares de modelos de gesso de pacientes Classe II e com modelos digitais. 20 Ortodontistas desenvolveram um plano de tratamento analisando modelos tradicionais e modelos digitais em tempos distintos. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os planos de tratamento. Assim, os modelos digitais foram considerados uma alternativa válida para o plano de tratamento de pacientes Classe II.⁽³³⁾

A literatura apresenta dados consistentes^(3-5, 23, 32) sobre a confiabilidade da substituição dos exames convencionais pelos digitais.

Uma revisão sistemática da literatura realizada no ano de 2011 concluiu que os modelos digitais foram considerados como uma alternativa para as medições

convencionais em modelos de gesso, porém as evidências conseguidas foram consideradas de força moderada. 17 estudos foram utilizados para avaliar a validade do uso de modelos dentários digitais para as mensurações de tamanhos dentários, largura e comprimento de arco, índice de irregularidade e apinhamento dentário entre modelos dentários de gesso e modelos tridimensionais. ⁽³⁴⁾

Em 2013, Flügge et al ⁽³⁵⁾ avaliaram a precisão do escaneamento intra-oral em condições clínicas e compararam com a precisão do escaneamento extra-oral de modelos. Um único paciente foi escaneado 10 vezes com o *scanner* intra-oral e moldado, para confecção de um modelo dentário de gesso. Este modelo foi então escaneado 10 vezes pelo *scanner* intra-oral e pelo *scanner* extra-oral. As comparações entre os três grupos de modelos dentários digitais obtidos mostrou que o escaneamento com o *scanner* intra-oral foi menos confiável do que o *scanner* extra-oral. Entretanto, os autores concluíram que os modelos dentários virtuais criados pelo *scanner* intra-oral poderiam ser utilizados para planejamentos ortodônticos e para confecção de dispositivos intra-orais.

Entre os variados estudos existentes na literatura, poucos dos que objetivaram avaliar a reprodutibilidade de medições em modelos de gesso e modelos digitais utilizaram em seu método diferentes técnicas de aquisição de modelos ortodônticos digitais.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 Objetivo geral:

Avaliar se existem diferenças entre medições realizadas entre diferentes métodos de aquisição de modelos dentários ortodônticos digitais e as medições realizadas em modelos de gesso.

2.2 Objetivos específicos:

Os objetivos específicos do trabalho foram os seguintes:

- a) investigar se existe reprodutibilidade das mensurações horizontais, transversais e verticais realizadas nos modelos dentários digitais;
- b) Investigar se os modelos virtuais podem ser indicados como substitutos dos modelos de gesso tradicionais.

Hipótese nula: Não existem diferenças significantes entre as medições realizadas entre diferentes métodos de aquisição de modelos dentários digitais e modelos de gesso.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tipo de estudo e sujeitos da pesquisa

Trata-se de um estudo observacional, que utilizou modelos de gesso de uma amostra de pacientes já submetidos ao tratamento ortodôntico, sem intervenção do pesquisador nos objetos concretos.

Foi decidido que a diferença de 0,8 mm poderia ser considerada significativa clinicamente e assim o cálculo amostral para este estudo foi de 52 modelos de gesso, com um poder de 80% e significância de 0,05 para ser possível a detecção de uma diferença de 0,8 mm entre as médias dos valores encontrados.

Assim, foram selecionados 4 pacientes a mais do que o valor encontrado no cálculo amostral, para evitar uma possível perda amostral por danos aos modelos de gesso. Todos os 56 modelos dentários superiores de pacientes da Clínica de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro resistiram às etapas de escaneamento sem danos.

Os critérios para inclusão na amostra foram:

- a) Os modelos dentários de gesso deveriam apresentar dentição permanente com todos os dentes erupcionados até o primeiro molar permanente.
- b) Os modelos dentários de gesso deveriam se apresentar em boa condição para digitalização, sem danos físicos aos elementos dentários.

Os critérios de exclusão da amostra foram:

- a) Pacientes com hipodontia ou dentes extranumerários;
- b) Presença de cáries, dentes restaurados ou com hipoplasia que tivessem alterado a anatomia destes elementos dentários e dificultado as mensurações realizadas nos modelos dentários.

3.2 Escaneamento dos modelos

Os modelos dentários de gesso foram escaneados em três tipos diferentes de *scanners*: *Maestro 3D Dental Scanner* (AGE Solutions, Potedera, Italia) (Figura 1), *3Shape R700 3D Scanner* (3Shape, Copenhagen, Dinamarca) (Figura 2) e o *scanner 3Shape TRIOS* (3Shape, Copenhagen, Dinamarca) (Figura 3).

Ambos os *scanners* *Maestro 3D Dental Scanner* (AGE Solutions, Potedera, Italia) e *3Shape R700 3D Scanner* (3Shape, Copenhagen, Dinamarca) necessitam que o modelo de gesso a ser digitalizado seja colocado em seu interior e a verificação e digitalização dos dados não precisa de intervenção manual. O *scanner* *Maestro 3D Dental Scanner*, por exemplo, ajusta automaticamente os padrões de luz projetada e os parâmetros de câmera de acordo com o material a ser digitalizado. Este tipo de escaneamento é chamado de escaneamento dental não destrutivo, que é o protocolo utilizado para a obtenção de um modelo dentário tridimensional a partir do escaneamento do modelos de gesso como um todo, girando-o nos três planos do espaço, obtendo desta forma a cópia do modelo original. ⁽³⁶⁾

O *scanner 3Shape TRIOS* (3Shape, Copenhagen, Dinamarca) (Figura 3) utiliza uma tecnologia chamada de *Ultra Fast Optical Sectioning™* em que há uma captura de várias pequenas imagens que serão unidas na imagem final. Originalmente este *scanner* intra-oral é utilizado diretamente em pacientes sobre os tecidos moles e duros a serem digitalizados. No presente estudo, a digitalização dos modelos de gesso foi realizada com o modelo imobilizado manualmente pelo operador, simulando o posicionamento do paciente, e em seguida utilizou-se a ponta do *scanner* para a digitalização deste. Este *scanner* possui, acoplado à ponta de digitalização, uma tela *touchscreen* para visualização e possível modificação do modelo tridimensional.

Figura 1. *Scanner Maestro 3D* (AGE Solutions, Potedera, Italia).



Figura 2. *Scanner 3D 3Shape R700* (3Shape, Copenhagen, Dinamarca).



Figura 3. *Scanner TRIOS 3Shape* (3Shape, Copenhagen, Dinamarca).



Todas as imagens digitais foram processadas automaticamente pelo software de digitalização de cada *scanner* específico que fornecia os arquivos de extensão STL (estereolitografia) para cada modelo.

3.3 Mensuração e comparação entre os modelos

Inicialmente foram escolhidas as medidas horizontais e transversais com base em metodologia semelhante já descrita na literatura. ⁽¹⁾ Como a proposta do presente estudo era avaliar com maior precisão a utilidade dos modelos dentários tridimensionais em relação aos modelos dentários de gesso (padrão ouro), optou-se por também realizar medições verticais nos elementos dentários.

Assim, para as comparações entre os modelos de gesso e os modelos digitais, foram realizadas as seguintes medidas (Figuras 4a-f):

- a) Distância intercaninos (Figura 4a): medição da distância transversal entre as pontas de cúspides dos caninos permanentes;

- b) Distância intermolares (Figura 4a): medição da distância transversal entre as pontas de cúspides méso-palatinas dos primeiros molares permanentes;
- c) Distância entre as faces palatinas dos primeiros molares - Distância interpalatina 1°Ms (Figura 4b): medição da distância transversal entre os pontos médios das margens cervicais palatinas dos primeiros molares permanentes;
Perímetro do arco dental (Figura 4b):
- d) Distância 16-12 (Figura 4b): medição da distância horizontal do ponto de contato distal do incisivo lateral superior direito ao ponto de contato mesial do primeiro molar superior direito;
- e) Distância 12-11 (Figura 4b): medição da distância horizontal do ponto de contato distal do incisivo lateral superior direito ao ponto de contato mesial do incisivo central superior direito;
- f) Distância 21-22 (Figura 4b): medição da distância horizontal do ponto de contato mesial do incisivo central superior esquerdo ao ponto de contato distal do incisivo lateral superior esquerdo;
- g) Distância 22-26 (Figura 4b): medição da distância horizontal do ponto de contato distal do incisivo lateral superior esquerdo ao ponto de contato mesial do primeiro molar superior esquerdo;
- h) Distância entre caninos e primeiros molares do lado direito – Distância 13-16 (Figura 4c): medição da distância horizontal entre a ponta de cúspide do canino permanente à ponta de cúspide méso-palatina do primeiro molar permanente do lado direito;
- i) Distância entre caninos e primeiros molares do lado esquerdo – Distância 23-26 (Figura 4c): medição da distância horizontal entre a ponta de cúspide do canino permanente à ponta de cúspide méso-palatina do primeiro molar permanente do lado esquerdo;
- j) Altura coronal do incisivo superior direito – Altura 11 (Figura 4d): medição do ponto médio da margem cervical vestibular até a borda incisal do incisivo superior direito;
- k) Altura coronal do canino superior esquerdo – Altura 23 (Figura 4e): medição do ponto médio da margem cervical vestibular até a ponta de cúspide do canino superior esquerdo;

- l) Altura coronal do primeiro molar superior esquerdo – Altura 26 (Figura 4f): medição do ponto médio da margem cervical vestibular até a região limítrofe entre a face oclusal e vestibular, coincidente com a região do sulco vestibular do primeiro molar superior esquerdo;

Figura 4 – Medições realizadas com o software Geomagic Qualify 2013 (Raindrop Geomagic, Inc, Cary, NC). (Continua)

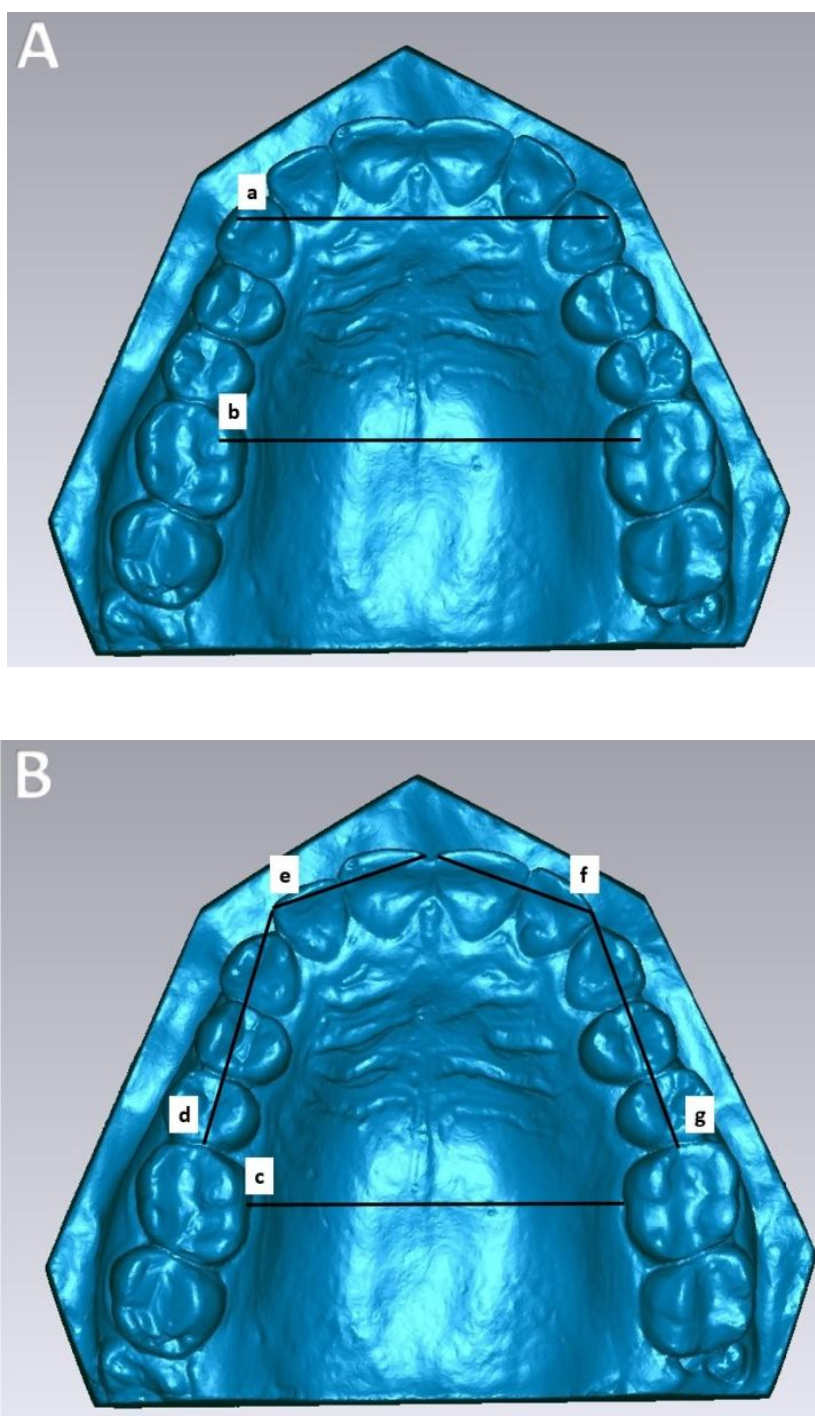
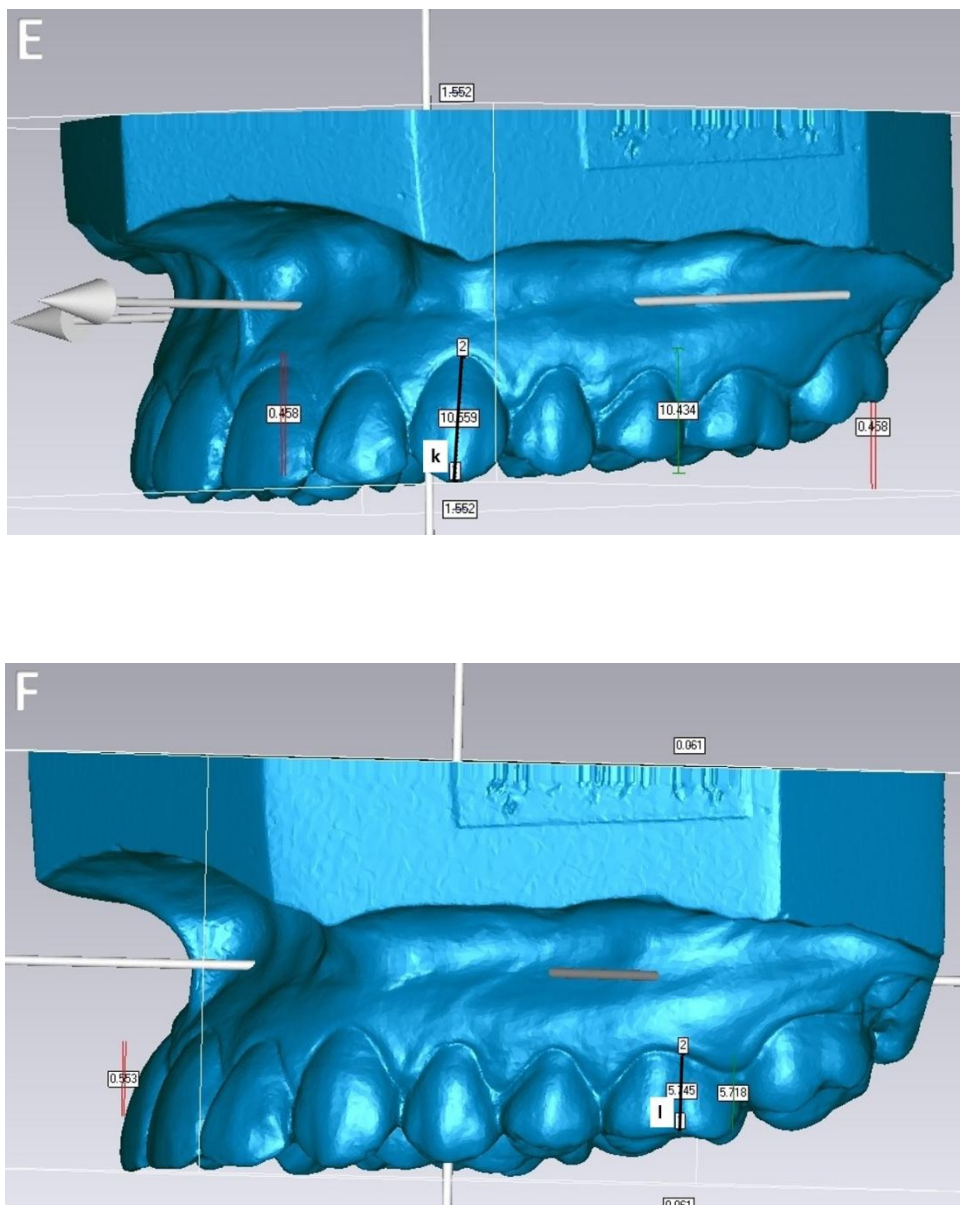


Figura 4 – Medições realizadas com o software Geomagic Qualify 2013 (Raindrop Geomagic, Inc, Cary, NC). (Conclusão)



Legenda: a) Distância intercaninos; b) Distância intermolares; c) Distância interpalatinas 1°Ms; d) Distância 16-12; e) Distância 12-11; f) Distância 21-22; g) Distância 22-26; h) Distância 13-16; i) Distância 23-26; j) Altura 11; k) Altura 23; l) Altura 26.

Para as medidas realizadas nos modelos dentários de gesso (M1) utilizou-se um paquímetro digital (Mitutoyo, Andover UK) que possui precisão de 0,01 mm (milímetros). As medidas foram feitas de 10 em 10 modelos, para que a fadiga do operador não interferisse na acuidade dos resultados.

As medições nos modelos dentários digitalizados nos diferentes tipos de *scanner* – *scanner* Maestro 3D Dental *Scanner* (M2), no *scanner* 3Shape R700 3D *Scanner* (M3) e no *scanner* 3Shape TRIOS (M4) – foram realizadas no *software* Geomagic Qualify 2013 (Raindrop Geomagic, Inc, Cary, NC).

Os modelos dentários digitalizados são imagens tridimensionais dos modelos de gesso que podem ser movimentados em qualquer direção para que seja obtida uma visão completa do modelo a partir de qualquer ângulo de visão, além de apresentar a função de aumento da imagem visualizada, o que facilita a marcação e dos pontos e aferição correta das mensurações. Os aplicativos desenvolvidos para a manipulação das imagens virtuais geradas no processo de escaneamento, permitem ao operador realizar mensurações em qualquer escala e girar os modelos em torno de qualquer um dos seus eixos nos três planos do espaço. ⁽³⁶⁾ A precisão das medições do *software* utilizado é de 0,01 mm.

3.4 Análise estatística

A análise da reprodutibilidade e confiabilidade das medidas realizadas nos modelos dentários tridimensionais, feitas no *software* Geomagic Qualify 2013 (Raindrop Geomagic, Inc, Cary, NC), foi verificada intra-examinador e inter-examinador. Foram selecionados aleatoriamente cinco modelos e medidos duas vezes pelo mesmo avaliador.

O intervalo entre as medições repetidas foi de 15 dias. Para análise da confiabilidade inter-examinador, um segundo avaliador repetiu essas mesmas medidas, duas vezes, também com intervalo de 15 dias. O Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI) foi utilizado para checar a reprodutibilidade das medidas repetidas. Estes cálculos foram realizados com o *software* livre BioEstat versão 5.3.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SPSS Statistics versão 20.0. O teste de normalidade de Kurtosis demonstrou que as medições apresentavam distribuição normal. Foram avaliadas separadamente os valores encontrados para cada variável para cada tipo de método de aquisição de modelos tridimensionais e reportados a média (Méd) e desvio padrão (DP) de cada medida. A comparação estatística entre as variáveis foi realizada através da Análise de Variância (ANOVA).

3.5 Aspectos éticos

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, por meio de inclusão da pesquisa na Plataforma Brasil.

4 RESULTADOS

Foi analisada a reprodutibilidade intra e inter-examinador para cada uma das 12 variáveis estudadas e para os tipos de métodos de medições utilizados (manual e digital). Foi estabelecido $p < 0,05$ para o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). Para a confiabilidade intra-examinador e inter-examinadores, o Teste de Correlação Intraclasse mostrou reprodutibilidade excelente, com CCI variando entre 0,85 e 0,99 para todas as variáveis analisadas.

Os valores encontrados nas mensurações para cada variável avaliada para cada tipo de método de aquisição de modelos dentários tridimensionais avaliado estão descritos através de médias e desvios-padrões na tabela 1 e visualmente explícitos nos gráficos de 1 a 12.

Tabela 1 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) de todas as medidas avaliadas.

Medida avaliada	M1	M2	M3	M4
	Méd e DP	Méd e DP	Méd e DP	Méd e DP
Distância Intercaninos	35,31 (2,46)	35,43 (2,51)	35,49 (2,53)	35,17 (2,51)
Distância Intermolares	39,12 (3,15)	39,53 (3,27)	39,38 (3,20)	39,41 (3,17)
Distância Interpalatinas 1^oMs	34,07 (2,74)	34,7 (2,75)	34,52 (2,71)	34,7 (2,83)
Distância 16-12	22,72 (3,30)	22,80 (3,29)	22,73 (3,33)	22,68 (3,33)
Distância 12-11	15,34 (1,19)	15,25 (1,22)	15,17 (1,38)	15,18 (1,17)
Distância 21-22	15,43 (1,11)	15,26 (1,06)	15,22 (1,06)	15,26 (1,06)
Distância 22-26	22,56 (3,19)	23,12 (3,33)	22,94 (3,19)	22,91 (3,20)
Distância 13-16	23,06 (3,77)	23,31 (3,80)	23,34 (3,79)	23,17 (3,72)
Distância 23-26	23,40 (3,58)	23,41 (3,50)	23,44 (3,51)	23,29 (3,45)
Altura 11	9,94 (0,94)	9,78 (0,95)	9,70 (0,98)	9,87 (0,99)
Altura 23	8,88 (1,28)	8,79 (1,14)	8,66 (1,23)	8,82 (1,21)
Altura 26	4,87 (0,90)	5,06 (0,83)	4,85 (0,84)	4,84 (0,83)

Gráfico 1 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância intercaninos entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

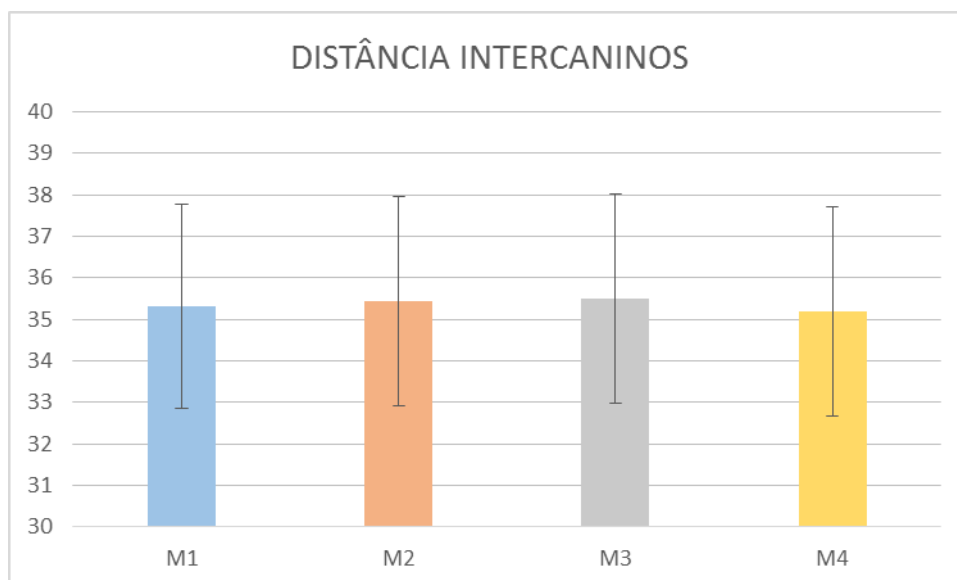


Gráfico 2 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância intermolares entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

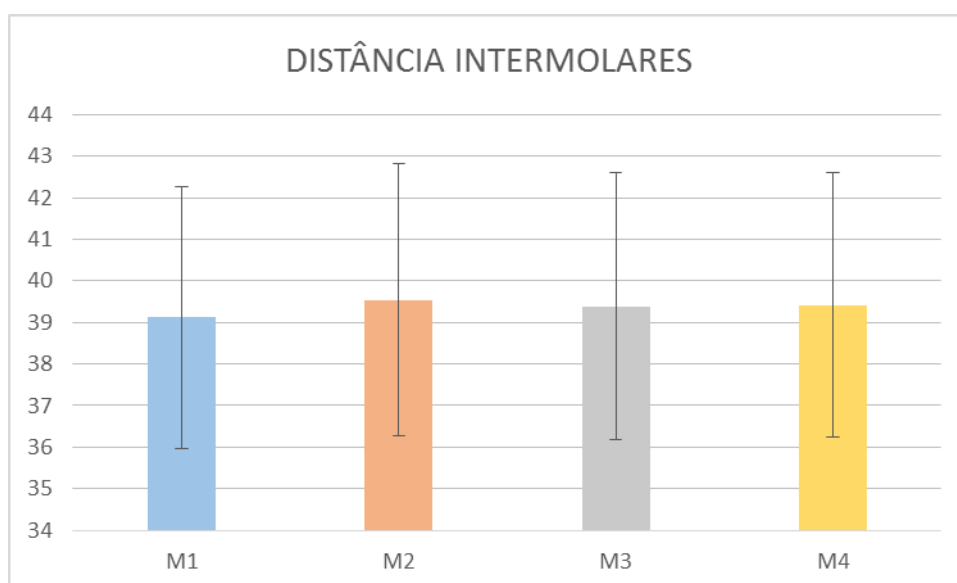


Gráfico 3 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância interpalatina 1°Ms entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

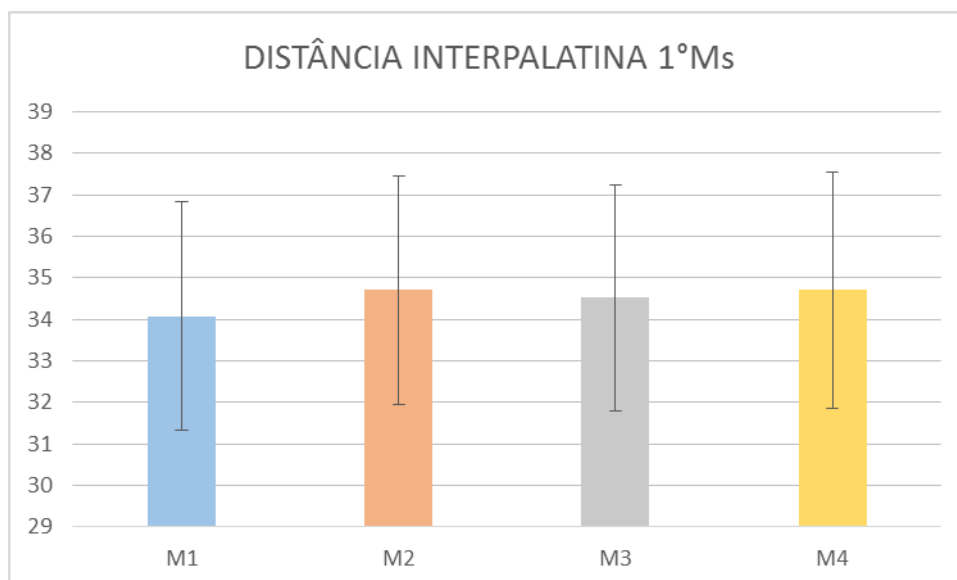


Gráfico 4 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 16-12 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

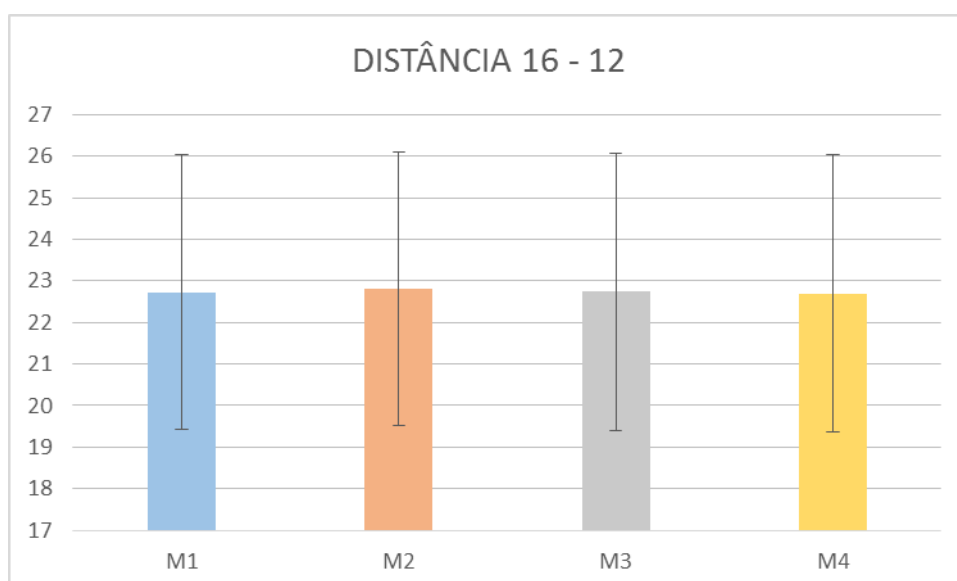


Gráfico 5 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 12-11 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

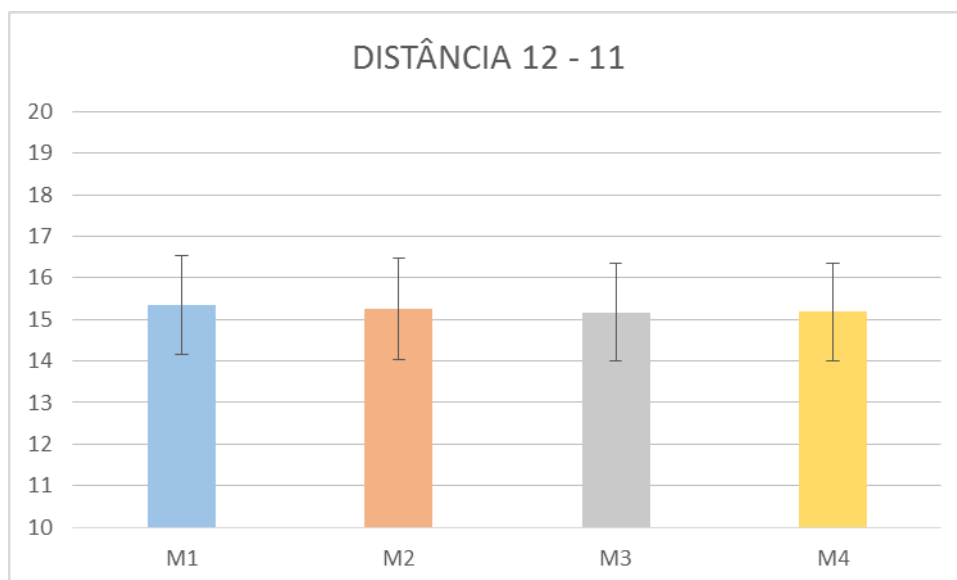


Gráfico 6 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 21-22 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

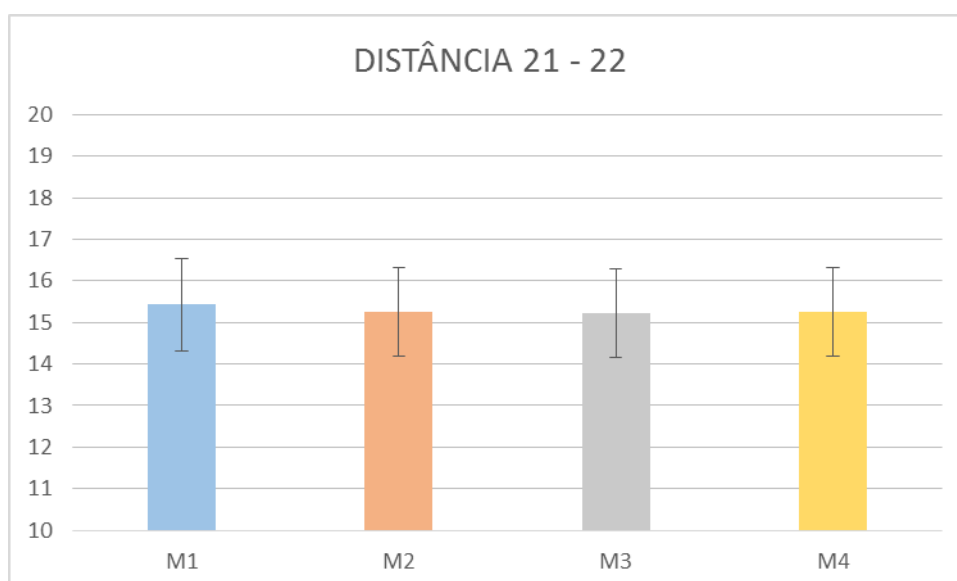


Gráfico 7 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 22-26 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

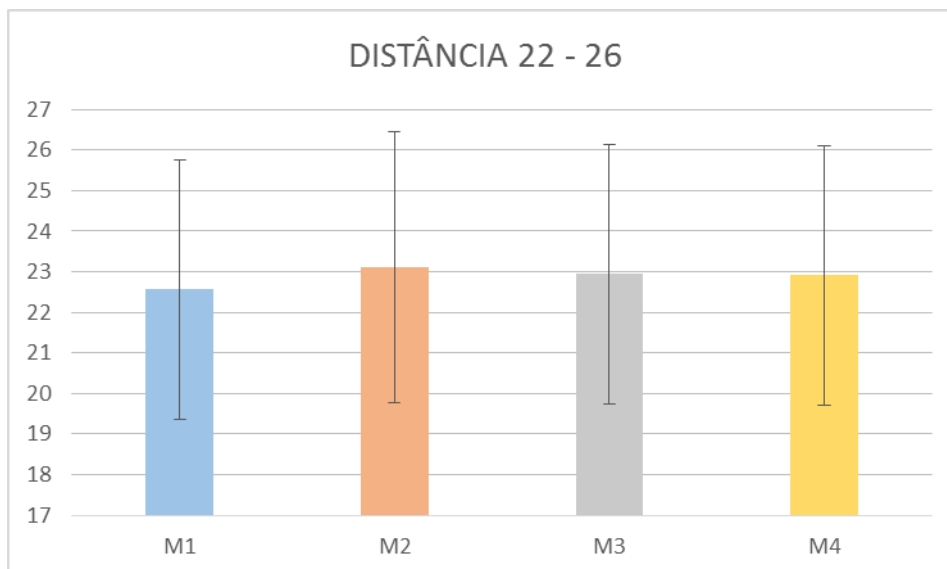


Gráfico 8 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 13-16 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

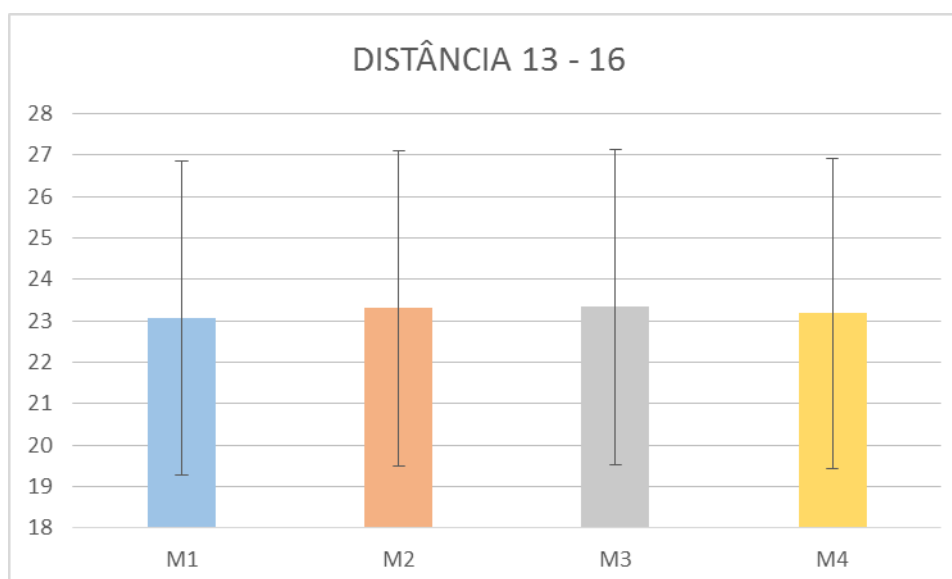


Gráfico 9 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida Distância 23-26 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

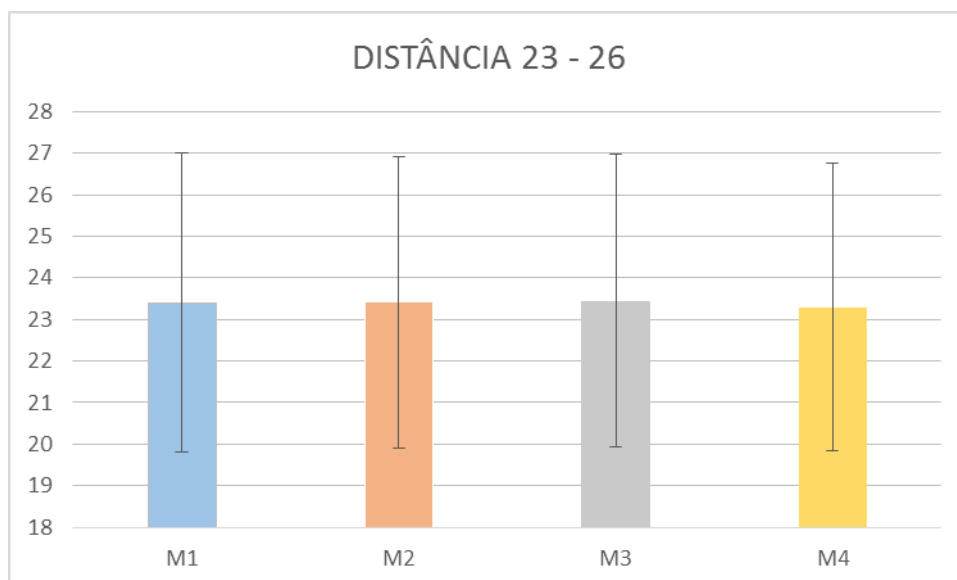


Gráfico 10 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida distância Altura 11 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

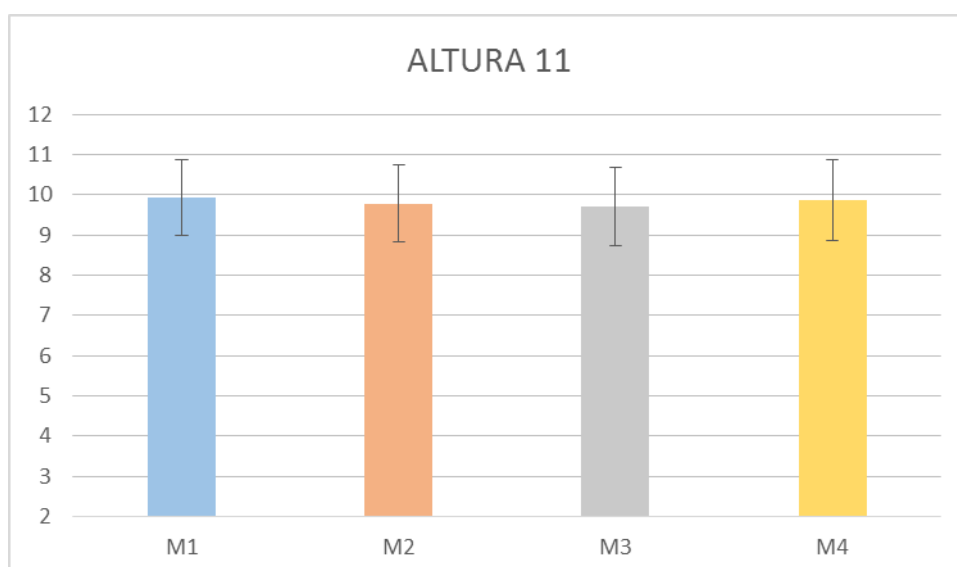


Gráfico 11 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida distância Altura 23 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)

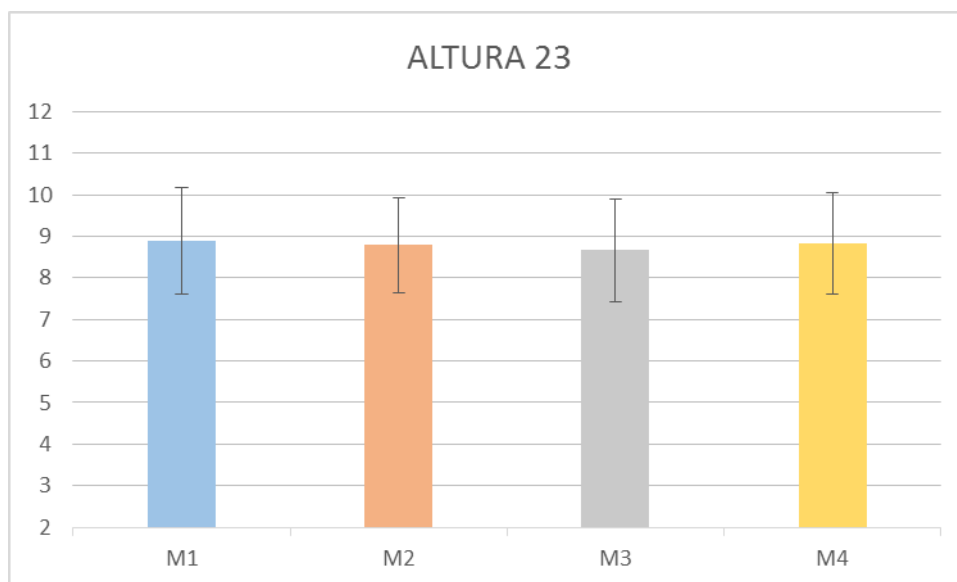
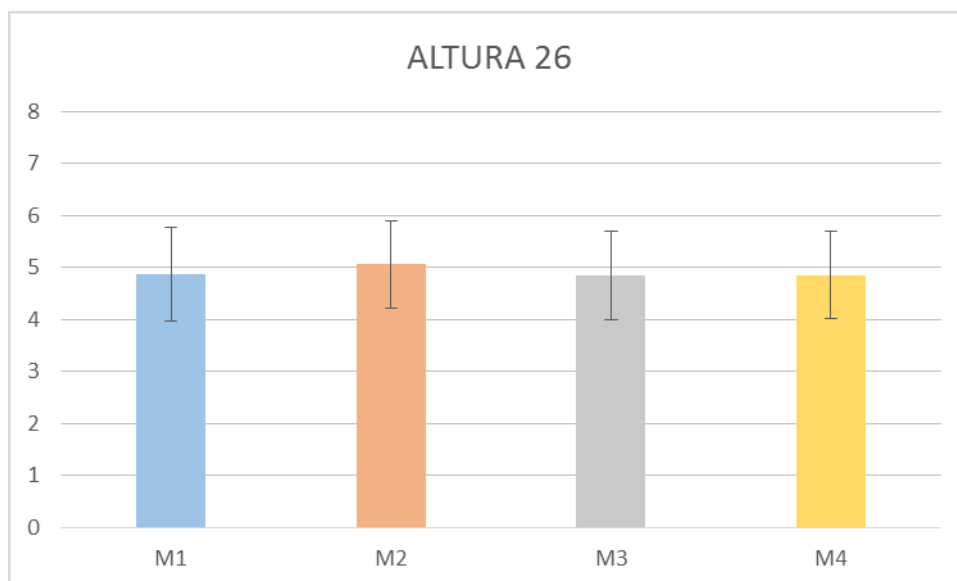


Gráfico 12 - Médias (Méd) e desvios padrões (DP) da medida distância Altura 26 entre os métodos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS)



A maior diferença entre as médias, quando foram comparados os diferentes métodos de aquisição de modelos dentários ortodônticos, foi de 0,7 mm.

As figuras 5 a 16 mostram os conjuntos de gráficos de dispersão para cada variável avaliada entre os modelos dentários de gesso e os métodos de aquisição de modelos dentários tridimensionais. Por meio desta representação gráfica é possível visualizar de forma didática a alta concordância encontrada para a reprodutibilidade intra-examinador e inter-examinador, cujos valores do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) variaram de 0,85 a 0,99. As mensurações verticais apresentaram a menor concordância (Altura 11, Altura 23 e Altura 26 – Figuras 26, 27 e 28, respectivamente), contudo, não houve diferença estatística significativa entre os métodos avaliados.

Figura 5 – Gráficos de dispersão da variável Distância Intercaninos entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

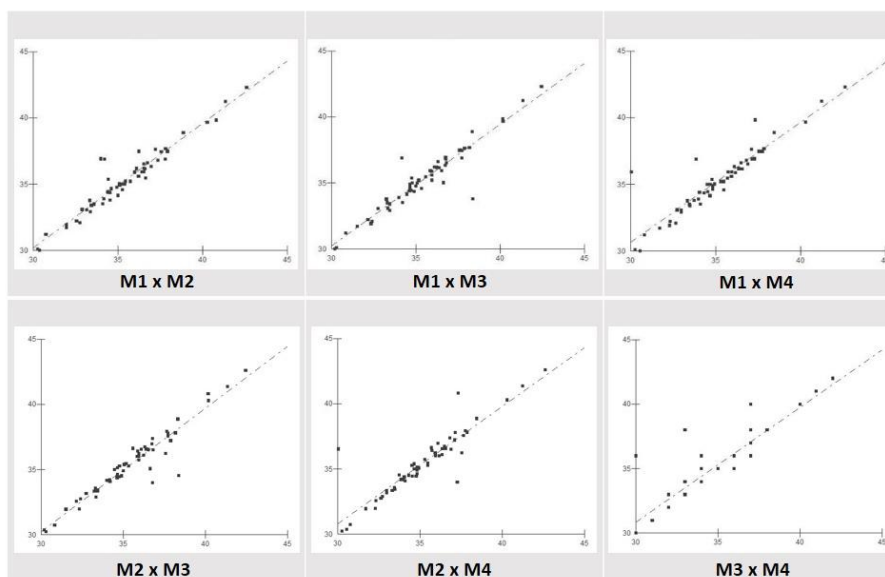


Figura 6 – Gráficos de dispersão da variável Distância Intermolares entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

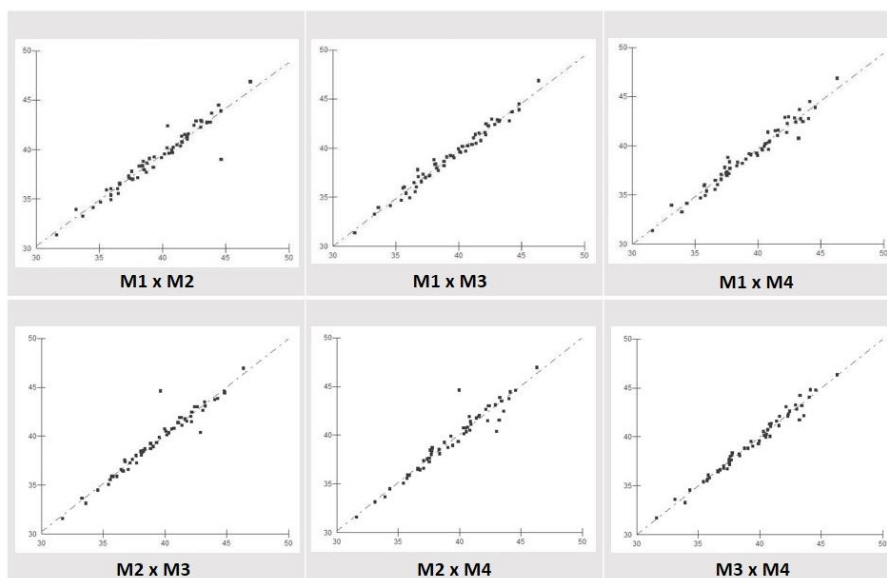


Figura 7 – Gráficos de dispersão da variável Distância Interpalatinas de 1°Ms entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 – Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

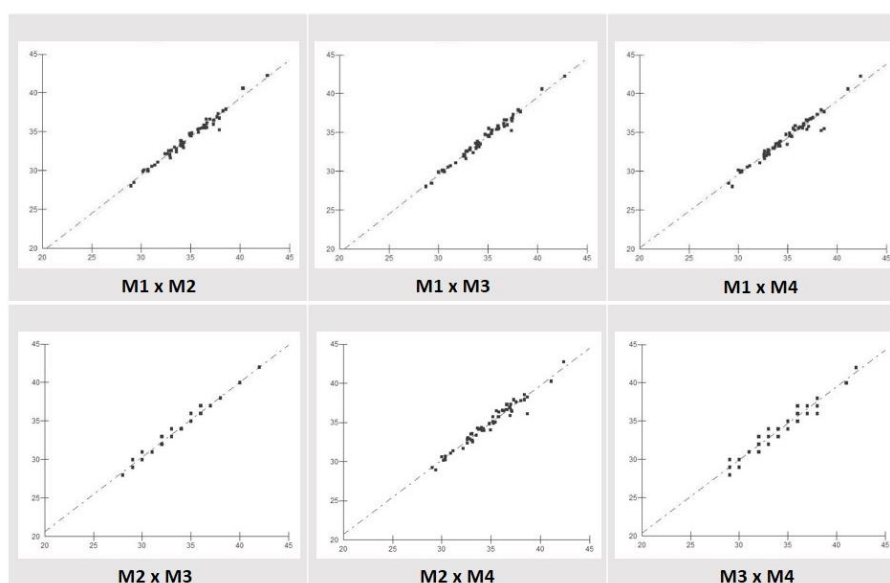


Figura 8 – Gráficos de dispersão da variável Distância 16-12 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

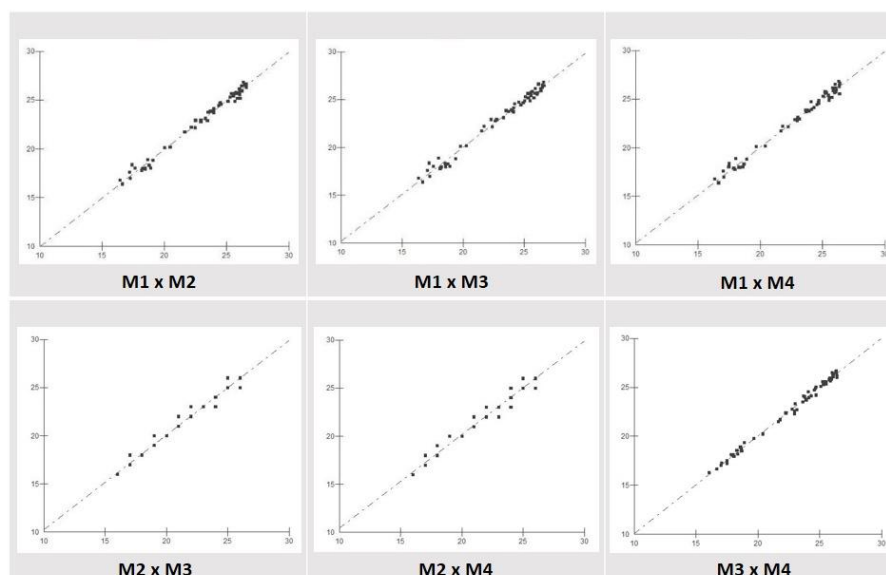


Figura 9 – Gráficos de dispersão da variável Distância 12-11 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

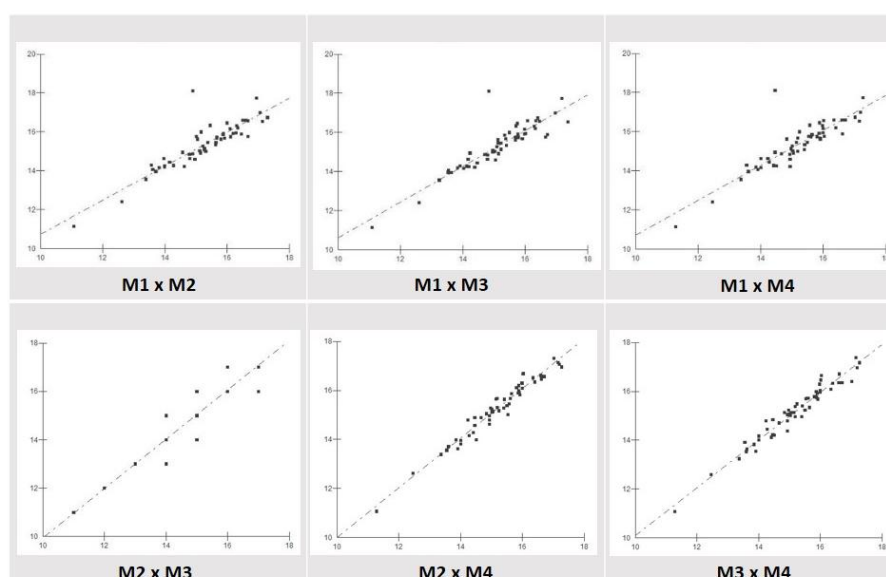


Figura 10 – Gráficos de dispersão da variável Distância 21-22 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

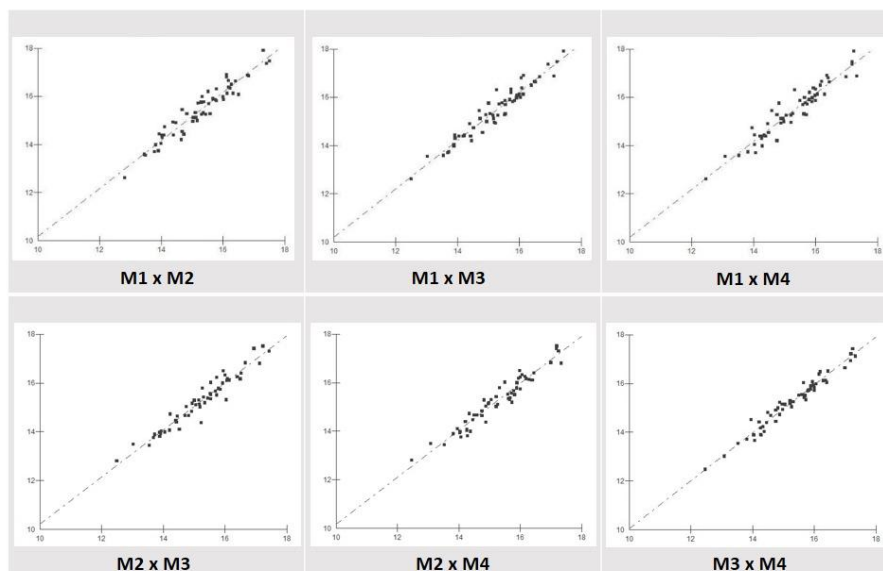


Figura 11 – Gráficos de dispersão da variável Distância 22-26 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

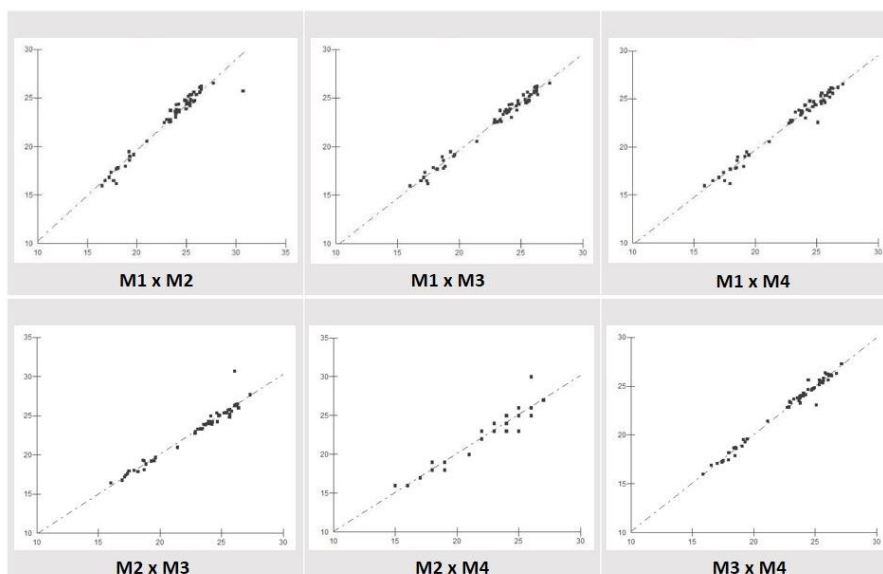


Figura 12 – Gráficos de dispersão da variável Distância 13-16 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

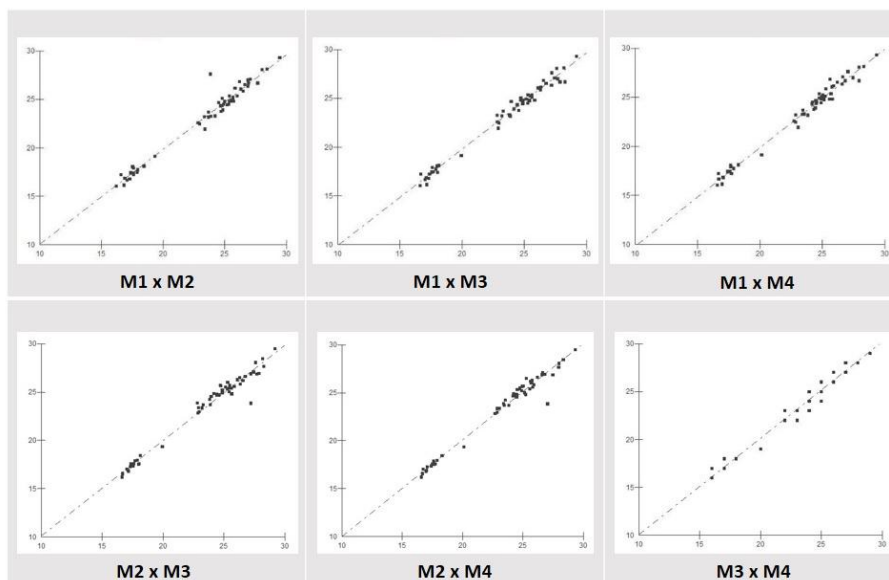


Figura 13 – Gráficos de dispersão da variável Distância 23-26 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

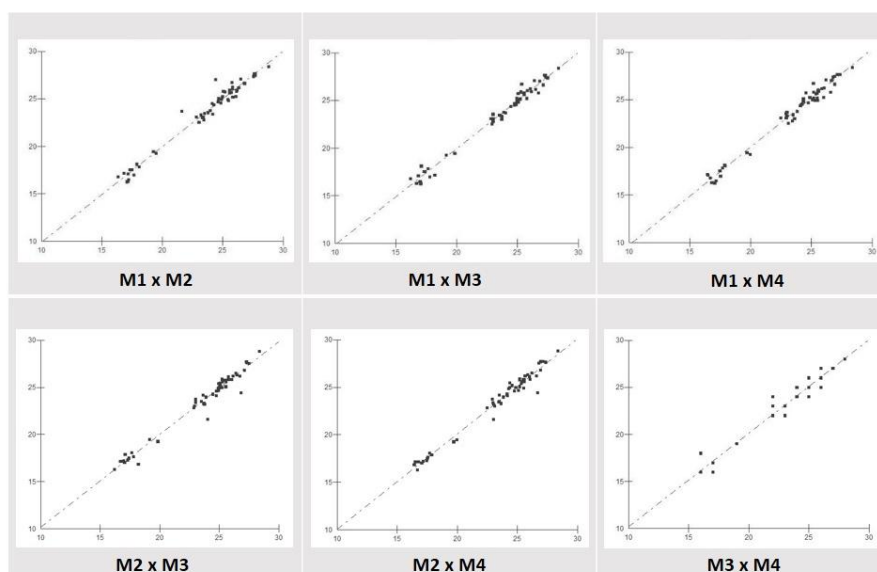


Figura 14 – Gráficos de dispersão da variável Distância Altura 11 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

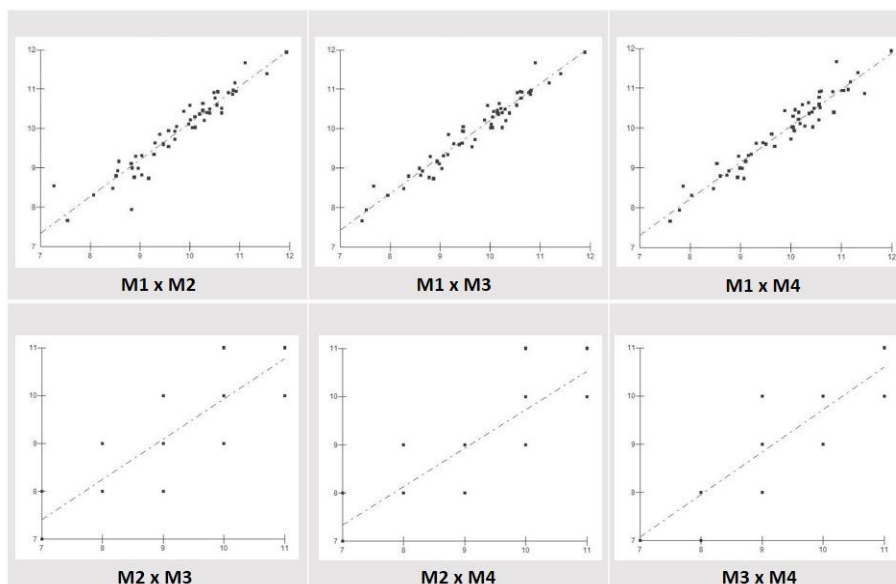


Figura 15 – Gráficos de dispersão da variável Distância Altura 23 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)

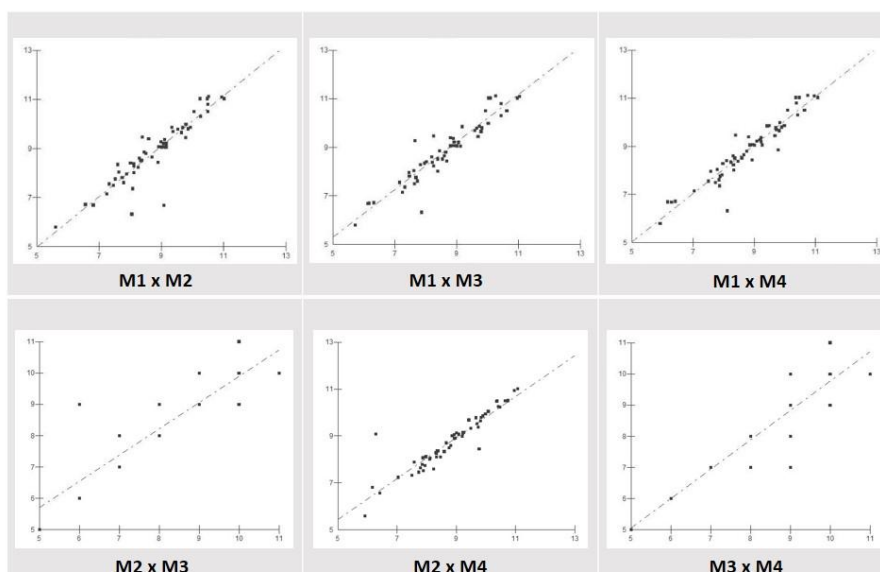
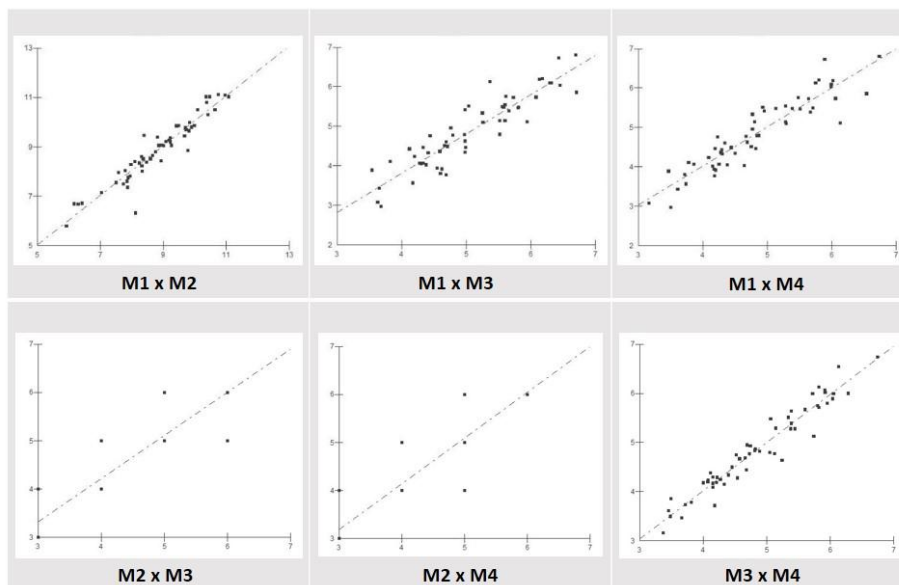


Figura 16 – Gráficos de dispersão da variável Distância Altura 26 entre os métodos de aquisição de modelos avaliados (M1 – Gesso, M2 - Maestro 3D Dental Scanner, M3 – 3Shape R700 3D Scanner, M4 – 3Shape TRIOS). As medidas estão representadas em milímetros (mm). Rio de Janeiro, 2014. (N = 56)



Estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas entre as medições tradicionais nos modelos dentários de gesso e as medidas realizadas nos modelos ortodônticos digitais com o teste de Análise de Variância (ANOVA) (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise das medidas repetidas para Análise de Variância (ANOVA) entre os modelos de gesso e os modelos digitais originados dos 3 tipos de *scanner* avaliados (Maestro 3D Dental *Scanner*, 3Shape R700 3D *Scanner* e 3Shape TRIOS):

Medida avaliada	Valor de P (ANOVA)	(F)
Distância Intercaninos	,911 - NS	,178
Distância Intermolares	,919 - NS	,166
Distância Interpalatinas 1^oMs	,589 - NS	,641
Distância 16-12	,998 - NS	,013
Distância 12-11	,859 - NS	,253
Distância 21-22	,731 - NS	,432
Distância 22-26	,827 - NS	,298
Distância 13-16	,979 - NS	,063
Distância 23-26	,996 - NS	,020
Altura 11	,591 - NS	,638
Altura 23	,792 - NS	,346
Altura 26	,461 - NS	,864

*** Valor de p < 0,05**

NS – Valor de p não significante

5 DISCUSSÃO

A importância da utilização dos modelos dentários como auxiliar para o diagnóstico e planejamento na Ortodontia e em outras especialidades odontológicas é crescente, principalmente por proporcionar, antecipadamente, uma visualização da oclusão do paciente, oferecendo mais segurança na aplicação do plano de tratamento escolhido ⁽³⁷⁾. Esta situação torna necessário o surgimento de mais estudos que avaliam e comparam diferentes métodos de aquisição de modelos tridimensionais. ⁽³⁸⁻⁴⁰⁾

O tamanho amostral do presente estudo foi adequado, com a quantidade de modelos utilizada acima do mínimo estipulado pelo cálculo amostral, evitando que alguma injúria acidental em algum modelo dentário comprometesse as mensurações realizadas. Felizmente, nenhum dos modelos sofreu qualquer dano durante os escaneamentos e posteriores medições. Poucos estudos encontrados na literatura explicaram o tamanho amostral utilizado. ^(4, 9, 25, 33, 40, 41)

Para as medições nos modelos digitais, foi utilizado o software Geomagic Qualify 2013 (Raindrop Geomagic, Inc, Cary, NC) em vez dos softwares originais dos *scanners* avaliados, visto que estas empresas costumam rapidamente modificar e atualizar seus softwares, dificultando a constante modernização de ortodontistas clínicos bem como dos equipamentos e softwares dos centros de ensino e pesquisa odontológica. A quantidade reduzida de estudos que utiliza os softwares originais dos fabricantes dos *scanners* também dificulta a validade da discussão dos resultados encontrados nas medições realizadas nos modelos dentários digitais. O posicionamento do modelo digital com vista oclusal para as medições horizontais e transversais foi escolhido baseado na literatura, que considerou a vista oclusal como a apropriada para este tipo de medição. ⁽⁴¹⁾

Foi analisada a reprodutibilidade das medidas realizadas em 56 modelos dentários de gesso, consideradas como o padrão ouro de medições na ortodontia, e 56 modelos digitais intra e inter-examinador para cada uma das 12 variáveis avaliadas. O Teste de Correlação Intraclasse (CCI) mostrou replicabilidade excelente, com CCI variando entre 0,85 e 0,99 para todas as variáveis analisadas mostrando que os métodos de medições podem ser repetidos por outros ortodontistas. Os valores encontrados são semelhantes a outros estudos que

avaliaram apenas um tipo de *scanner*. Stevens et al. ⁽⁴⁾ avaliaram 24 pacientes com 8 tipos de malocclusão diferentes e encontraram índices de Correlação muito semelhantes aos encontrados no presente estudo, com valores variando de 0,88 a 0,92 para a reprodutibilidade intra-examinador e de 0,83 a 0,85 para a reprodutibilidade inter-examinador. Valores elevados para o Coeficiente de Correlação também foram encontrados por outros autores, atestando a alta reprodutibilidade e confiabilidade do método empregado no presente artigo. Cuperus et al ⁽³⁹⁾ encontraram valores que variaram de 0,87 a 0,99, representando uma excelente reprodutibilidade independentemente do método avaliado e do avaliador. Mayers et al ⁽⁴²⁾ também encontraram valores excelentes para a reprodutibilidade do método empregado, com valores que variavam de 0,94 a 0,98.

Uma avaliação crítica das médias e desvios padrões descritos (Tabela 1) mostra uma maior aproximação dos resultados das medidas realizadas nos modelos dentários de gesso dos resultados obtidos com as medições realizadas nos modelos dentários digitalizados no *scanner* 3Shape TRIOS quando comparados com os outros dois tipos de *scanners* avaliados, embora, os resultados não mostrem diferenças estatísticas significantes entre os métodos de aquisição de modelos dentários digitais avaliados no presente estudo.

Os gráficos de 1 a 12 mostram como as médias e desvios padrões encontrados tanto nas variáveis mensuradas nos modelos dentários de gesso quanto nos modelos dentários digitalizados são semelhantes entre si. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas entre as medições nos modelos de gesso e as medidas realizadas nos modelos ortodônticos digitais com o teste de Análise de Variância (ANOVA) (Tabela 2). Estes resultados coincidem com os encontrados em artigos presentes na literatura que pesquisaram, por exemplo, a análise de espaço e o índice PAR (*Peer Assessment Rating*), que também não encontraram diferenças estatísticas significantes entre as mensurações realizadas. ^(42, 43)

A literatura apresenta outros estudos que também não encontraram diferenças estatísticas entre as mensurações realizadas nos modelos dentários digitais e em modelos dentários de gesso. Souza et al ⁽¹⁾ encontraram semelhanças entre as medições tradicionais, em modelos dentários de gesso, e as medições dos modelos dentários digitais com medidas horizontais, classificadas pelos autores como largura e comprimento, resultados semelhantes aos encontrados por outros

autores. ^(30, 44) No ano de 2011, uma revisão sistemática da literatura ⁽³⁴⁾ foi realizada com o objetivo de observar a validade do uso de modelos dentários digitais para as mensurações de tamanhos dentários, largura e comprimento de arco, índice de irregularidade e apinhamento dentário entre modelos dentários de gesso e modelos tridimensionais. Apenas 17 estudos foram considerados relevantes e a conclusão dos autores foi de que, apesar das diferenças estatísticas significantes encontradas em alguns destes estudos, as mensurações realizadas nos modelos dentários digitais oferecem alto grau de validade quando são comparadas com as medições realizadas em modelos dentários de gesso. Os resultados destes estudos corroboram com os resultados encontrados para as comparações realizadas no estudo de Flügge et al ⁽³⁵⁾ e com os resultados encontrados após as comparações das mensurações realizadas no presente estudo.

Por outro lado, entretanto, os resultados das comparações realizadas neste estudo vão de encontro aos encontrados por Santoro *et al* ⁽⁸⁾ que encontraram diferenças significantes quando mensuraram largura dental e sobremordida entre modelos dentários de gesso e modelos dentários tridimensionais. Estes autores utilizaram a tecnologia OrthoCAD (Cadent, Fairview, NJ) para obtenção dos modelos dentários tridimensionais a partir dos modelos dentários de gesso. Wiranto et al. ⁽⁹⁾ utilizaram o *scanner* Lava Chairside Oral Scanner (3M ESPE, Seefeld, Germany) e encontraram certas medidas nos modelos dentários digitais estatisticamente diferentes das medições realizadas nos modelos dentários de gesso, porém este valor foi considerado clinicamente insignificante por não ultrapassar 0,2 mm. Outros autores também encontraram diferenças significativas em algumas das medidas avaliadas quando compararam os modelos dentários tridimensionais com as medições realizadas em modelos dentários de gesso. ^(7, 39, 40) Como os valores encontrados não foram considerados clinicamente relevantes, os autores concluíram que os métodos de aquisição de modelos tridimensionais avaliados são válidos para estudos e diagnóstico utilizando-se modelos dentários digitais em detrimento dos modelos dentários tradicionais de gesso.

O presente estudo demonstrou que possíveis discordâncias encontradas em mensurações realizadas em modelos dentários digitalizados podem ser eliminadas a partir do treinamento do operador, conclusão semelhante a de outros autores, ⁽³⁶⁾ já que foram encontradas médias muito semelhantes para todas as medidas avaliadas

nos modelos dentários de gesso e nos modelos tridimensionais. A maior diferença encontrada quando comparou-se as médias de cada variável foi de 0,7 mm.

A possibilidade de ampliação da imagem virtual mostrou-se como uma grande aliada na marcação dos pontos avaliados. Entretanto, apesar da não significância encontrada durante a comparação dos diferentes métodos de aquisição dos modelos dentários digitalizados, ao avaliar-se os desvios padrões aumentados (Figuras 2, 4, 7, 8 e 9) para as medições que envolvem marcações de pontos em região de cúspides de molares, pode-se deduzir que alguma imprecisão ou dificuldade possa estar presente durante a mensuração. A sensação e experiência negativa proporcionada pela luz artificial que incide nos modelos dentários digitais dificultou a mensuração das medidas em modelos dentários digitais em região de ponta de cúspides de molares, levando o operador a um aumento do tempo de mensuração pela necessidade de giro do modelo virtual, a fim de precisar a localização do ponto marcado. Fato que não se repetiu nas outras medidas avaliadas, como pode ser observado nos Gráficos 1, 3, 5, 6, 10, 11 e 12.

Os conjuntos de gráficos de dispersão (Figuras de 5 a 16) demonstram a alta correlação encontrada entre os diferentes métodos de aquisição de modelos dentários tridimensionais avaliados e comparados entre si e com as medições realizadas em modelos dentários de gesso. Os métodos de aquisição de modelos dentários tridimensionais avaliados foram considerados confiáveis para as 12 medidas avaliadas, contudo, foi possível perceber que as medidas verticais apresentaram uma aparente menor correlação, principalmente quando são observadas as mensurações realizadas apenas entre os métodos de aquisição de modelos dentários digitais.

O objetivo principal do modelo ortodôntico é fornecer ao ortodontista informações sobre o caso clínico e de dados específicos, a fim de auxiliar a tomada de decisões relacionada aos planejamentos. Com vista aos resultados obtidos pelo presente estudo, pode-se observar que as medições realizadas nos modelos digitais obtidos de forma criteriosa através dos *scanners* Maestro 3D Dental Scanner, 3Shape R700 3D Scanner e 3Shape TRIOS podem substituir de forma confiável as medidas feitas em modelos dentários de gesso.

Apesar da concordância de parte da literatura em relação à possibilidade de utilização dos modelos dentários tridimensionais em detrimento dos modelos dentários tradicionais de gesso, ⁽⁴⁴⁾ é importante salientar que os modelos dentários

digitalizados, apesar de poderem ser observados em qualquer posição dos três planos do espaço, tem necessariamente que estar numa posição estática para que os pontos de interesse sejam marcados e as medidas aferidas, fato que não ocorre quando se quer manusear os modelos de gesso, necessitando, portanto, que o modelo digital seja manipulado para que outras visões dos pontos marcados confirmem a acuidade das marcações. Não houveram diferenças significantes entre os métodos de aquisição de modelos dentários digitais avaliados no presente estudo (Tabela 2).

Embora os modelos dentários digitais possam ser representações precisas da anatomia oclusal do paciente, assim como os modelos dentários de gesso, eles ainda tem a limitação de mostrar apenas as coroas e as superfícies oclusais dos elementos dentários, pois não podem mostrar o verdadeiro tamanho, localização, ou relação das raízes dos dentes e sua proximidade com outras estruturas anatômicas. A fim de solucionar esta limitação, modelos de estudo dentários tridimensionais gerados a partir de tomografias computadorizadas poderiam fornecer mais dados relacionados às posições radiculares dos dentes, além de poderem eliminar a necessidade do procedimento de moldagem com algum material de impressão dentária, comumente utilizado em moldagens para obtenção de modelos dentários de gesso. ⁽⁴⁵⁾

A fusão dos modelos digitais com as imagens obtidas a partir de uma tomografia computadorizada forneceria informações valiosas sobre os dentes, raízes e o relacionamento entre eles e as estruturas craniofaciais. Informações como a posição das raízes dos incisivos superiores em relação à cortical do palato, a quantidade de osso disponível na região posterior da maxila; a quantidade de osso lateral disponível para fechamento de espaços, expansão dentária ou esquelética; a proximidade das raízes dentárias ao seio maxilar; o volume 3D de uma crista alveolar atrofiada e a posição das raízes dos incisivos inferiores em relação ao osso cortical vestibular. ⁽⁴⁶⁾ Outra possibilidade seria produzir um modelo físico, a partir de um exame tomográfico por meio da estereolitografia, que utiliza impressoras 3D especialmente construídas para este propósito. ⁽³⁹⁾

A adaptação às novas tecnologias exige um período de tempo razoável para a adaptação do operador, que possivelmente, em sua maioria, será o ortodontista clínico. Pode-se presumir portanto que os modelos de gesso tradicionais continuarão a ser usados por algum tempo até que a implementação dos modelos dentários

digitais e dos *scanners* dentro dos consultórios e clínicas de ortodontia se concretize e se torne uma realidade.

Assim, reafirma-se a importância do estudo dos tradicionais modelos dentários de gesso e dos novos tipos de *scanners* que tem surgido e prometido a criação de modelos dentários tridimensionais aparentemente fidedignos, para se ter certeza de que os planos de tratamento ortodônticos estão sendo elaborados a partir de fontes de informação confiáveis.

CONCLUSÕES

- a) não foram encontradas diferenças significativas entre as mensurações realizadas nos modelos dentários de gesso e nos modelos digitais;
- b) as medições horizontais, transversais e verticais realizadas nos modelos dentários digitais foram semelhantes às mensurações dos modelos dentários de gesso e apresentaram alta confiabilidade;
- c) os modelos dentários virtuais podem ser indicados como substitutos dos modelos dentários de gesso.

REFERÊNCIAS

1. Sousa MV, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(2):269-73.
2. Quimby ML, Vig KW, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *The Angle orthodontist.* 2004;74(3):298-303.
3. Mok CW, Zhou L, McGrath C, Hagg U, Bendeus M. Digital images as an alternative to orthodontic casts in assessing malocclusion and orthodontic treatment need. *Acta odontologica Scandinavica.* 2007;65(6):362-8.
4. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):794-803.
5. Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *The Angle orthodontist.* 2003;73(3):301-6.
6. Garino F, Garino GB. Digital treatment objectives: procedure and clinical application. *Progress in orthodontics.* 2004;5(2):248-58.
7. Rheude B, Sadowsky PL, Ferriera A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *The Angle orthodontist.* 2005;75(3):300-4.
8. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):101-5.
9. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models

obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(1):140-7.

10. Vianna MSS, A.Y; Casagrande, F.A.; Camargo, E.S. Setup: um auxílio no diagnóstico ortodôntico. . *J Bras Ortodon Ortop Facial.* 2002;7(11):398-405.

11. Habib FF, L.A.; Gama, S.K.C.; Araújo, T. M. Obtenção de modelos ortodônticos. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007;12(3):146-56.

12. Han UK, Vig KW, Weintraub JA, Vig PS, Kowalski CJ. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(3):212-9.

13. Broadbent BH. A new x-ray technique and this application to orthodontia *The Angle orthodontist.* 1931;51(2):93-114.

14. Mah J. The evolution of digital study models. *Journal of clinical orthodontics : JCO.* 2007;41(9):557-61; quiz 424.

15. Burke PH, Beard FH. Stereophotogrammetry of the face. A preliminary investigation into the accuracy of a simplified system evolved for contour mapping by photography. *American journal of orthodontics.* 1967;53(10):769-82.

16. Hajeer MY, Ayoub AF, Millett DT, Bock M, Siebert JP. Three-dimensional imaging in orthognathic surgery: the clinical application of a new method. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery.* 2002;17(4):318-30.

17. Ayoub AF, Wray D, Moos KF, Jin J, Niblett TB, Urquhart C, et al. A three-dimensional imaging system for archiving dental study casts: a preliminary report. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery.* 1997;12(1):79-84.

18. Scott PJ. The reflex plotters: measurements without photographs. *The Photogrammetric Record.* 1981;10(58):435-46.

19. BeGole EA, Cleall JF, Gorny HC. A computer system for the analysis of dental casts. *The Angle orthodontist.* 1981;51(3):252-8.

20. Bailey LT, Esmailnejad A, Almeida MA. Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts in extraction and nonextraction cases. *The Angle orthodontist*. 1996;66(1):73-8.
21. Almeida MA, Phillips C, Kula K, Tulloch C. Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts. *The Angle orthodontist*. 1995;65(1):43-8.
22. van der Linden FP, Boersma H, Zelders T, Peters KA, Raaben JH. Three-dimensional analysis of dental casts by means of the optocom. *Journal of dental research*. 1972;51(4):1100.
23. Udupa JK, Hung HM, Chuang KS. Surface and volume rendering in three-dimensional imaging: a comparison. *Journal of digital imaging*. 1991;4(3):159-68.
24. Hajeer MY, Millett DT, Ayoub AF, Siebert JP. Applications of 3D imaging in orthodontics: part II. *Journal of orthodontics*. 2004;31(2):154-62.
25. Abizadeh N, Moles DR, O'Neill J, Noar JH. Digital versus plaster study models: how accurate and reproducible are they? *Journal of orthodontics*. 2012;39(3):151-9.
26. Lightheart KG, English JD, Kau CH, Akyalcin S, Bussa HI, Jr., McGrory KR, et al. Surface analysis of study models generated from OrthoCAD and cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(6):686-93.
27. Mah JB, A. Technology to create the three-dimensional patient record. *Seminars in orthodontics*. 2001;7:251-7.
28. Larson BEV, C.J.; Grünheid, T. Effectiveness of computer-assisted orthodontic treatment technology to achieve predicted outcomes. *The Angle orthodontist*. 2013;83(4):557-62.
29. Dalstra M, Melsen B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. *Journal of orthodontics*. 2009;36(1):36-41; discussion 14.
30. Oliveira DDR, A.C.O.; Drummond, M.E.L.; Pantuzo, M.C.G.; Lanna, A.M.Q. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao

diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2007;12(1):84-93.

31. McGuinness NJ, Stephens CD. Holograms and study models assessed by the PAR (Peer Assessment Rating) Index of malocclusion--a pilot study. British journal of orthodontics. 1993;20(2):123-9.

32. Garino MDG, M.D. Comparison of dental arch measurements between stone and digital casts. World journal of orthodontics. 2002;3(3):250-4.

33. Whetten JL, Williamson PC, Heo G, Varnhagen C, Major PW. Variations in orthodontic treatment planning decisions of Class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;130(4):485-91.

34. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. Orthodontics & craniofacial research. 2011;14(1):1-16.

35. Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013;144(3):471-8.

36. Loiola MEAS, W.M.M. Modelos digitais tridimensionais. OrtodontiaSPO. 2012;45(1):98-103.

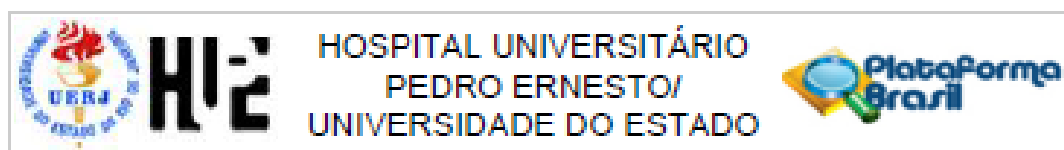
37. Simplício HS-P, A.S.; Araújo, M.V.A.; Caldas, S.G.F.R.; Ribeiro, A.A. O setup ortodôntico como método auxiliar de diagnóstico e planejamento. Rev Clín Ortodon Dental Press. 2007;6(4):25-33.

38. Andrade BNGA, R.C.C.; Carvalho, F.A.R.; Almeida, M.A.O. Avaliação da confiabilidade do setup no diagnóstico e planejamento ortodôntico. Ortodontia SPO. 2010;43(4):389-95.

39. Cuperus AM, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JG, Breuning KH. Dental models made with an intraoral scanner: a validation study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2012;142(3):308-13.

40. Naidu D, Freer TJ. Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: A comparison of tooth widths and Bolton ratios. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(2):304-10.
41. Horton HM, Miller JR, Gaillard PR, Larson BE. Technique comparison for efficient orthodontic tooth measurements using digital models. *The Angle orthodontist.* 2010;80(2):254-61.
42. Mayers M, Firestone AR, Rashid R, Vig KW. Comparison of peer assessment rating (PAR) index scores of plaster and computer-based digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(4):431-4.
43. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):16 e1-4; discussion
44. Luu NS, Nikolcheva LG, Retrouvey JM, Flores-Mir C, El-Bialy T, Carey JP, et al. Linear measurements using virtual study models. *The Angle orthodontist.* 2012;82(6):1098-106.
45. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, Abou El-Ezz AM, Attia KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(2):259-65.
46. Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(5):605-10.

ANEXO – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AQUISIÇÃO DE MODELOS DIGITAIS

Pesquisador: George Nunes Bueno

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 12845213.5.0000.5259

Instituição Proponente: Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 253.669

Data da Relatoria: 13/03/2013

Apresentação do Projeto:

Serão selecionados 50 modelos superiores de pacientes da Clínica de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Os modelos serão escaneados em três tipos de scanners: o scanner 3D 3Shape R700, no TRIOS 3Shape e no scanner Maestro 3D Dental Scanner. As medições nos modelos digitalizados serão realizadas no software Geomagic Studio 2012. As medidas manuais serão realizadas nos modelos de gesso com um paquímetro digital. A análise da confiabilidade e reprodutibilidade das medidas realizadas pelo software entre os diferentes scanners, comparando-se com as medições realizadas nos modelos de gesso. O Coeficiente de Correlação Intraclassa será utilizado para checar a reprodutibilidade das medidas repetidas.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a validade e confiabilidade dos modelos digitais ortodônticos.

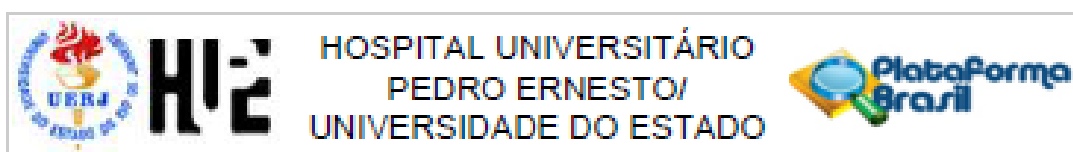
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Não existem riscos para o paciente. Visto que apenas serão utilizados modelos de gesso de suas arcadas. **Benefícios:** Os benefícios, dependerão do desfecho da pesquisa. Com a provável utilização, cada vez mais, dos modelos digitalizados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Com a introdução dos scanners 3D e dos tomógrafos CBCT tornou-se possível a obtenção de modelos tridimensionais virtuais das arcadas dentárias. Algumas limitações dos modelos de gesso

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **Fax:** (21)2284-0853 **E-mail:** cep-hupe@uerj.br



seriam eliminadas com o uso de modelos digitais o que poderia facilitar a documentação do progresso do tratamento e a comunicação entre profissionais. Porém, ainda existem poucos estudos na literatura com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade de diferentes técnicas de aquisição de modelos digitais. Este estudo pretende avaliar a validade e confiabilidade dos modelos digitais, bem como comparar diferentes tecnologias de digitalização e obtenção destes, para que se possa apoiar a sua possível utilização em substituição aos modelos ortodônticos tradicionais, de gesso. Serão selecionados 50 modelos superiores de pacientes da Clínica de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos foram apresentados e estão condizentes com o proposto

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto está condizente e aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas. 2. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes. 3. O Comitê de Ética solicita a V. Sª., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.

RIO DE JANEIRO, 24 de Abril de 2013

Assinador por:
WILLE OIGMAN
 (Coordenador)

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
 Bairro: Vila Isabel CEP: 20.551-030
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2088-8253 Fax: (21)2084-0853 E-mail: cep-huce@uerj.br