



DEBORA DUARTE MOREIRA

“CONFIABILIDADE DE MEDIDAS REALIZADAS EM
MODELOS VIRTUAIS OBTIDOS A PARTIR DO
ESCANEAMENTO DE MOLDAGENS E DE MODELOS
DE GESSO CONVENCIONAIS”

PIRACICABA

2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DEBORA DUARTE MOREIRA

“CONFIABILIDADE DE MEDIDAS REALIZADAS EM
MODELOS VIRTUAIS OBTIDOS A PARTIR DO
ESCANEAMENTO DE MOLDAGENS E DE MODELOS DE
GESSO CONVENCIONAIS”

Orientadora: Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
APRESENTADA À FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRA EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA,
NA ÁREA DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pela aluna Debora Duarte Moreira, e orientada pela Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Assinatura da Orientadora

PIRACICABA

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

M813c Moreira, Debora Duarte, 1986-
 Confiabilidade de medidas realizadas em modelos virtuais
 obtidos a partir do escaneamento de moldagens e de modelos de
 gesso convencionais / Débora Duarte Moreira. -- Piracicaba, SP :
 [s.n.], 2013.

 Orientador: Gláucia Maria Bovi Ambrosano.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,
 Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

 1. Ortodontia. 2. Modelos dentários. 3. Medidas. I.
 Ambrosano, Gláucia Maria Bovi, 1960- II. Universidade Estadual
 de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: Reliability of measurements performed on virtual models
obtained from scanning of impressions and conventional plaster models

Palavras-chave em Inglês:

Orthodontics

Dental models

Measures

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestra em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Gláucia Maria Bovi Ambrosano [Orientador]

João Sarmiento Pereira Neto

Mari Eli Leonelli de Moraes

Data da defesa: 28-02-2013

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 28 de Fevereiro de 2013, considerou a candidata DEBORA DUARTE MOREIRA aprovada.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "G. Bovi Ambrosano", written above a horizontal line.

Profa. Dra. GLAUCIA MARIA BOVI AMBROSANO

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Leonelli de Moraes", written above a horizontal line.

Profa. Dra. MARI ELI LEONELLI DE MORAES

A handwritten signature in black ink, appearing to read "João Sarmiento", written above a horizontal line.

Prof. Dr. JOAO SARMENTO PEREIRA NETO

Aos meus pais

Por serem os maiores e melhores exemplos
e incentivadores da minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar e guiar meus passos.

Ao meu pai **Manuel Moreira Baptista**, que foi a pessoa que mais me apoiou nessa jornada, sempre ao meu lado me confortando nos momentos de tristeza, desespero e agonia, e sorrindo comigo nos momentos de felicidades e conquistas. À minha mãe **Lourdes de Fátima Duarte Machado**, que mesmo longe sempre esteve perto me apoiando e me incentivando a trilhar esse caminho. Aos meus irmãos **Daniela Duarte Moreira** e **André Duarte Moreira** que fazem muita falta ao meu lado, mas que estão sempre no coração.

Às minhas avós **Maria Rodrigues Moreira** e **Fernanda Duarte Machado** e aos meus avôs **Elísio Fernandes Batista Vermelho** e **Mário Machado** por todo o amor e carinho transmitidos.

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), na pessoa do Magnífico Reitor **Prof. Dr. Fernando Ferreira Costa**.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa de seu Diretor, **Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior**.

À minha orientadora, **Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano**, obrigada não só pela orientação neste trabalho, mas também pela disponibilidade em me atender quando preciso.

À **Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas**, obrigada por todos os ensinamentos, pelas sugestões de melhoria deste trabalho, por sempre estar disponível e ter uma paciência enorme com o meu ritmo acelerado e meu jeito atrapalhado.

Aos **Profs Francisco Haiter Neto, Frab Norberto Bóscolo, Solange Maria de Almeida**, e demais professores do Programa de Pós-graduação em Radiologia Odontológica, pela

dedicação e conhecimentos generosamente transmitidos, e por serem os maiores responsáveis pela minha escolha por Radiologia Odontológica.

Aos **Profs Frab Norberto Bóscolo, Maria Beatriz Borges de Araújo Magnani, Fernanda Miori Pascon, João Sarmiento Pereira Neto e Mari Eli Leonelli de Moraes** pelas modificações sugeridas a este trabalho no exame de qualificação e defesa de dissertação.

À secretária **Luciane Sattolo** e aos técnicos e funcionários da clínica de Radiologia Odontológica da FOP-UNICAMP **Waldeck Moreira, Fernando Andrade e Giselda Gonçalves**, pelo auxílio e paciência em atender todos os alunos.

Aos amigos-irmãos **Amaro Ilídio Vespasiano e Yuri Nejaim** pela grande amizade construída, por todo apoio e parceria durante essa jornada. Serão amigos do coração pra toda a vida e sempre lembrados.

Às amigas **Karla de Faria Vasconcelos e Gina Roque Torres** pela companhia e parceria na viagem mais importante para a elaboração deste trabalho e também pela amizade que será lembrada por toda a vida.

Ao colega **Bruno Frazão Gribel**, pelo empréstimo do scanner e pelos ensinamentos do uso do software utilizados nesta pesquisa.

Aos colegas da Radiologia **Gabriella Lopes de Rezende Barbosa, Sérgio Lins de Azevedo Vaz, Taruska Ventrini Vasconcelos, Anne Caroline Costa Oenning, Frederico Sampaio Neves, Thiago de Oliveira Gamba, Amanda Maria Medeiros de Araújo, Carolina Cintra Gomes, Daniela Brait Silva Ladeira, Débora de Melo Távora, Isabela Maria de Carvalho Crusoé Silva, Laura Ricardina Ramírez Sotelo, Manuella Dias Furtado Belém, Marco Antonio Gomes Frazão, Maria Beatriz Carrazzone Cal Alonso, Matheus Lima de Oliveira, Monikelly do Carmo Chagas do Nascimento, Saulo Leonardo Sousa Melo, Karla Rovaris da Silva, Phillipe Nogueira Barbosa**

Alencar, Maria Augusta Portella Guedes Visconti, Ana Caroline Ramos de Brito, Helena Aguiar Ribeiro do Nascimento, Liana Matos Ferreira, Paulo de Tarso Silva de Macedo, Rafaela Argento, Ilana Sanamaika Queiroga Bezerra, Saione Cruz Sa, pelo aprendizado e convívio diário.

À grande amiga Piracicabana **Natália Fontanelo Furlan**, por todo apoio, amizade e carinho em mais uma etapa em Piracicaba.

Aos meus amigos Campineiros **Hellen Christina Silva, Márcia Regina Leite de Carvalho, Stéphanie Nara Randi Bassani, Tenile Mitie Ishiko, Ivan Dias de Campos Júnior e Matheus Luiz Alves Barbosa**, pela amizade, apoio, incentivo e companheirismo nessa etapa tão importante da minha vida.

À coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal (**CAPES**) pela bolsa de Mestrado concedida.

*“A Verdadeira viagem de descobrimento
não consiste em procurar novas
paisagens, mas em ter novos olhos.”*
(Marcel Proust)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar as medidas obtidas em modelos virtuais das moldagens e em modelos virtuais dos modelos de gesso com as obtidas em modelos de gesso. Os modelos virtuais foram obtidos pelo escaneamento da moldagem e do modelo de gesso em um scanner de superfície a laser (R700; 3Shape, Copenhage, Dinamarca) e as medidas foram realizadas com o software OrthoAnalyser (3Shape, Copenhage, Dinamarca). Os modelos de gesso convencionais foram mensurados com a utilização de um paquímetro digital. A amostra foi constituída de 26 pacientes selecionados aleatoriamente que foram submetidos a uma moldagem das arcadas superior e inferior com alginato e um registro de mordida com cera utilidade. As mensurações nos modelos de gesso, virtual da moldagem e virtual do modelo foram realizadas por três avaliadores devidamente treinados. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística de correlação intraclasse para verificar a concordância das medidas intraavaliador e interavaliador e ao teste ANOVA para analisar diferenças nas medidas obtidas dos modelos virtuais da moldagem e do modelo. Os resultados mostraram existir diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) de 0,09 mm a 0,43 mm para dentes da região posterior e da região anterior e de 0,51 mm a 1,13 mm para perímetro do arco superior e distância intercaninos inferior, se comparados os modelos virtuais com os modelos de gesso; porém essas diferenças foram consideradas clinicamente aceitáveis. Foi possível concluir que os modelos digitais são uma alternativa confiável aos modelos de gesso.

Palavras-chave: Ortodontia, Modelos Dentários, Medidas.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare measurements of digital models obtained from plaster models scans, alginate impression scans to those obtained from conventional plaster models. The plaster models and alginate impressions were scanned using a optical surface scanner (R700; 3Shape, Copenhagen, Dinamarca) and the measurements were performed using proprietary software OrthoAnalyser (3Shape, Copenhagen, Denmark). The plaster models were measured by using a caliper. The sample was comprised of 26 patients randomly selected to have impressions of their upper and lower jaws taken using alginate and their bite registration using a wax bite. The measurements on the plaster model, digital impression and digital model were performed by three observers calibrated. The data was analysed statistically by the intraclass correlation to assess the agreement of the measurements for the intra and inter-observers. ANOVA test was used to analyse the differences between the three different objects (plaster model, digital model from plaster and digital model from impression). The results showed there is a statistically significant difference ($p \leq 0,05$) 0,09 mm to 0,43 mm to the posterior teeth and the anterior region, and 0,51 mm to 1,13 mm to upper arch length and lower inter-canine distance if compared digital models with plaster models, but these differences were found to be clinically acceptable. We concluded that the measurements taken from digital models can be a reliable alternative to conventional plaster models for orthodontic diagnosis purposes.

Key words: Orthodontics, Dental Models, Measures.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
PROPOSIÇÃO	4
CAPÍTULO 1: Confiabilidade de medidas realizadas em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de moldagens e modelos de gesso convencionais – Versão em Português.....	5
CAPÍTULO 1: Reliability of measurements performed on virtual models obtained from the scanning of impressions and conventional plaster models – Versão em Inglês.....	22
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	38
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE MATERIAL E MÉTODOS DETALHADO	43
ANEXO 1: Normas utilizadas na formatação do artigo	49
ANEXO 2: Aprovação do Protocolo de Pesquisa pelo CEP da FOP-UNICAMP	55

ANEXO 3: Carta de confirmação da submissão do artigo.....	56
---	----

INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento ortodôntico é baseado em um diagnóstico e plano de tratamento amplos. Alguns dos fatores fundamentais no diagnóstico são a análise de espaço presente, espaço requerido, as dimensões do arco e seu formato, bem como as discrepâncias dente-arco (Zilberman et *al.*, 2003; El-Zanaty et *al.*, 2010). Além de outros casos, quando se considera a terapia de extração existe a necessidade de uma avaliação da quantidade de apinhamento existente. A análise de espaço é tradicionalmente realizada comparando as dimensões mesiodistais dos dentes na arcada dentária com o comprimento do arco (Leifert et *al.*, 2009).

A análise de modelos de gesso é de grande importância para o planejamento do tratamento ortodôntico, já que com ela é possível analisar dentre outros fatores, o apinhamento dentário, a necessidade ou não de extração dentária, o tamanho dos dentes presentes no arco e sua relação com a base óssea existente, a curvatura do palato, curva de Spee, perímetro do arco e a distância intermolares.

Tradicionalmente, todas essas medidas são obtidas a partir de modelos de gesso ou por vezes com o auxílio de fotografias e radiografias (Zilberman et *al.* 2003; Leifert et *al.*, 2009; El-Zanaty et *al.*, 2010). A análise de modelos é um procedimento que exige tempo, no entanto, é parte fundamental no diagnóstico e no processo de planejamento do tratamento. (Zilberman et *al.*, 2003).

Como as clínicas odontológicas trabalham com os milhares de modelos, existe necessidade de grande espaço físico para seu armazenamento e existe a dificuldade de recuperação caso modelos antigos específicos sejam necessários (Brusco et *al.*, 2007).

Na década de 1990 as radiografias digitais e fotografias passaram a ser incorporadas às etapas de diagnóstico e planejamento do tratamento (Whetten et *al.* 2006).

A tecnologia digital tem se tornado um componente integral de muitas práticas para melhorar a qualidade e eficiência, incluindo fotografias digitais, radiografias, e modelos de estudo em 3D. Com as práticas multidisciplinares, aumento dos dados dos pacientes e a necessidade de estocagem eficiente, recuperação e transferência de

informação, ortodontistas tem usado essa tecnologia para gerir suas práticas (Okunami et al, 2007).

Um método mais recentemente usado para obter essas medidas, é o escaneamento de moldagens e de modelos de gesso, que são armazenados virtualmente sendo as medidas realizadas com o auxílio de um software (Leifert et al. 2009).

Essa tecnologia permite ao profissional enviar a moldagem em alginato para uma clínica de radiologia que possua um scanner e obter um modelo 3D ou então enviar o próprio modelo anteriormente obtido, para gerar um modelo virtual. Esse artifício irá gerar diversas vantagens incluindo eliminação de quebra do modelo, economia do espaço que seria usado para armazenar os modelos e uma maior organização, já que todos os dados do paciente poderão ser guardados numa mesma pasta no computador. Além disso os dados podem ser acessados de qualquer lugar do mundo e mais facilmente recuperados (Santoro et al., 2003 e Stevens et al., 2006). As desvantagens incluem a falta de conhecimento e a necessidade de tempo disponível para treinamento na utilização do software (Santoro et al., 2003). A tendência é que cada vez mais se torne comum o uso de modelos virtuais, aliviando ou resolvendo muitos problemas e dificuldades associadas ao armazenamento, recuperação, reprodução, comunicação e a quebra de modelos de gesso convencionais (Leifert et al., 2009).

A precisão, confiabilidade e reprodutibilidade das medidas obtidas com esses modelos são influenciadas por diversos fatores, incluindo rotação, inclinação, contatos interproximais, variações anatômicas e variabilidade interexaminadores (Leifert et al., 2009). No entanto, pode-se afirmar que o desempenho dos modelos 3D virtuais quanto à validade e reprodutibilidade não foi bem estudado (Zilberman et al., 2003).

El-Zanaty et al. (2010), realizaram um estudo para comparar a precisão de medidas dentárias feitas com um programa de medição na dentição por meio da tomografia computadorizada com as medidas feitas com paquímetro digital em modelos de gesso. Nos modelos de gesso de 34 pacientes foram realizadas as seguintes medidas: largura mesiodistal de cada dente, largura do arco, comprimento do arco, perímetro do arco e profundidade palatina com um paquímetro digital. Foi também realizada a tomografia computadorizada dos pacientes e as mensurações foram feitas digitalmente com o programa

de mensuração dental (3DD, Biodent, Cairo Egito). Os resultados mostraram uma forte concordância na maioria das mensurações entre o método convencional e o 3DD nos três planos do espaço. Porém, segundo Lightheart et al. (2012), uma limitação do uso da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico para produção de modelos dentários pode estar relacionada com a dose de radiação absorvida pelo paciente.

Santoro et al. (2003) em estudo sobre a confiança do sistema OrthoCAD para medir o tamanho dos dentes, sobremordida e sobressaliência em comparação com os modelos de gesso observaram diferença estatisticamente significativa para o tamanho dos dentes e sobremordida entre as medidas obtidas nos modelos de gesso e nos modelos virtuais, mas a diferença foi considerada não significativa clinicamente (≤ 0.5 mm). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa para a sobressaliência entre os dois tipos de medida.

O uso de modelos virtuais é de grande interesse para o profissional, já que dispensa a etapa de elaboração dos modelos de gesso quando as moldagens são escaneadas. Porém é uma tecnologia recente e pouco estudada, não se sabendo ainda se é totalmente confiável em relação aos modelos convencionais de gesso. Dessa forma, julga-se importante avaliar a validade de medidas realizadas em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de moldagens e em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de modelos de gesso.

PROPOSIÇÃO

Este trabalho propõe estudar a confiabilidade de medidas da largura dos dentes, perímetro do arco, distância intercanino e distância intermolar realizadas em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento da moldagem e do modelo gesso, pelo Scanner R700 (3Shape, Copenhage, Dinamarca), comparadas com as medidas realizadas em modelos de gesso pelo método convencional de mensuração.

CAPÍTULO 1 – Versão em Português

Confiabilidade de medidas realizadas em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento e modelos de gesso convencionais.

Débora Duarte Moreira^a, DDS, Bruno Frazão Gribel^a, DDS, MS, Gina Delia Roque Torres^a, DDS, Karla de Faria Vasconcelos^a, DDS, MS, Deborah Queiroz de Freitas^a, DDS, MS, PhD and Gláucia Maria Bovi Ambrosano^b, DDS, MS, PhD

^a *Departamento de Diagnóstico Oral, Divisão de Radiologia Oral, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brasil.*

^b *Departamento de Odontologia Social, Divisão de Bioestatística, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brasil.*

Título conciso: Confiabilidade de medidas em modelos digitais.

Palavras-chave: Ortodontia, Modelos digitais, Modelos de estudo, Medidas.

RESUMO

Introdução: Tradicionalmente, as mensurações para planejamento ortodôntico são realizadas com um paquímetro em modelos de gesso. Atualmente, com novas tecnologias, modelos tridimensionais têm sido usados. O objetivo deste estudo foi comparar as medidas do tamanho dos dentes de mesial a distal, perímetro do arco, distância intercanino e distância intermolar nos arcos superiores e inferiores obtidas em modelos virtuais da moldagem e do modelo de gesso, com as medidas obtidas em modelos de gesso tradicionais. **Material e Métodos:** A amostra foi constituída de 26 pacientes selecionados aleatoriamente que foram submetidos a uma moldagem das arcadas superior e inferior e um registro de mordida com cera utilidade. Os modelos virtuais foram obtidos pelo escaneamento da moldagem e do modelo de gesso em um scanner de superfície a laser (R700; 3Shape, Copenhage, Dinamarca), e as medidas foram realizadas com o software OrthoAnalyser (3Shape, Copenhage, Dinamarca). As mensurações nos modelos de gesso, virtual da moldagem e virtual do modelo foram realizadas por três avaliadores e repetidas após 15 dias em 8 modelos para as avaliações intraavaliadores. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística de correlação intraclassa para verificar a concordância das medidas intra e interavaliador e ao teste ANOVA para analisar diferenças nas medidas obtidas dos modelos virtuais da moldagem e do modelo. **Resultados:** Observou-se diferenças estatísticas significantes ($p \leq 0,05$) para dentes da região posterior, alguns da região anterior, perímetro do arco superior e distância intercanino inferior se comparados os modelos virtuais com os modelos de gesso, porém essas diferenças são consideradas clinicamente aceitáveis. **Conclusões:** Os modelos digitais mostraram-se confiáveis e clinicamente aceitáveis para a mensuração de largura dos dentes, perímetro dos arcos, distância intercaninos e distância intermolares.

INTRODUÇÃO

A análise de modelos de gesso é de grande importância para o planejamento do tratamento ortodôntico. Tradicionalmente, todas essas medidas são obtidas a partir de modelos de gesso ou por vezes com o auxílio de fotografias e radiografias.^{3,10,11} A análise de modelos é um procedimento que exige tempo, no entanto, é parte fundamental no diagnóstico e no processo de planejamento do tratamento.³

Desde a década de 1990, a tecnologia digital tem se tornado um componente integral de muitas práticas para melhorar a qualidade e eficiência, incluindo fotografias digitais, radiografias, e mais recentemente a introdução de modelos de estudo em 3D. Com as práticas multidisciplinares, aumento dos dados dos pacientes e a necessidade de estocagem eficiente, recuperação e transferência de informação, ortodontistas tem usado essa tecnologia para gerir suas práticas.^{7,8}

Um método mais recentemente usado para obter essas medidas é o escaneamento de moldagens ou de modelos de gesso, que são armazenados virtualmente sendo as medidas realizadas com o auxílio de um software¹⁰; além disso, não é necessário espaço físico para armazenamento e eles facilitam a recuperação e o compartilhamento de informações com laboratórios dentários e outros profissionais num tratamento multidisciplinar, contribuindo também para uma melhor gestão das práticas odontológicas.^{7,8} Por outro lado, os modelos digitais requerem um investimento na aquisição do scanner e dos softwares, bem como no treinamento para correta manipulação do aparelho e dos softwares.^{4,6,9,10}

Alguns estudos tem avaliado a precisão e reprodutibilidade das medidas obtidas em modelos 3D digitais para validar seu uso nas práticas ortodônticas.^{3,4,11} A precisão, confiabilidade e reprodutibilidade das medidas obtidas com esses modelos são influenciadas por diversos fatores, incluindo rotação, inclinação, contatos interproximais, variações anatômicas e variabilidade interexaminadores, bem como sua familiaridade com o software.¹⁰

O uso de modelos virtuais é de grande interesse para o profissional, já que dispensa a etapa de confecção dos modelos de gesso quando as moldagens são escaneadas. Porém é uma tecnologia recente e pouco estudada, não se sabendo ainda se é totalmente confiável em relação aos modelos convencionais de gesso. Alguns estudos avaliaram a confiabilidade de medidas de modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de modelos de gesso^{3,4,5,6,7,8,10,12}; entretanto, nenhum desses estudos avaliou a confiabilidade de medidas em modelos virtuais provenientes do escaneamento de moldagens em alginato.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar as medidas realizadas em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de moldagens e em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de modelos de gesso com as obtidas diretamente em modelos de gesso. Para isso, foram avaliadas as seguintes medidas: tamanho dos dentes de mesial a distal, perímetro do arco, distância intercaninos e distância intermolares nos arcos superiores e inferiores.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas sob o número de protocolo 120/2011. Depois de realizados os cálculos para amostra de conveniência, foram selecionados aleatoriamente 26 pacientes com idades entre 18 e 58 anos, com média de 34,7 anos que compareceram a uma clínica de radiologia para realização de exames radiográficos solicitados para diagnóstico e planejamento de tratamento.

Esses pacientes foram submetidos à moldagem das arcadas superior e inferior com utilização de alginato Orthoprint (Zhermack, Rovigo, Itália) e a um registro de mordida utilizando cera utilidade. A amostra foi coletada baseada nos critérios de inclusão de presença de dentição permanente e ausência de aparelhos ortodônticos fixos. Caso houvesse uso de próteses parciais removíveis, elas foram retiradas no momento da moldagem.

Para o escaneamento das moldagens, modelos e registros de mordida, foi utilizado o scanner de superfície a laser R700 (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). O scanner foi calibrado (usando o kit de calibração recomendado) duas vezes ao dia para garantir que a precisão relatada pelo fabricante (20 micrômetros) pudesse ser alcançada.

Seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante, o conjunto moldeira/alginato da maxila fixado pelo suporte específico foi levado ao scanner com os dentes anteriores voltados para fora para construção do modelo virtual. Ao final do escaneamento da moldagem da maxila, a moldagem da mandíbula foi colocada no suporte e também escaneada. Por fim, o registro de mordida foi posicionado no suporte em rede com os dentes inferiores voltados para a porta do scanner e então scanneado. O procedimento de escaneamento e reconstrução do modelo virtual a partir da moldagem em alginato foi de aproximadamente 40 minutos.

Posteriormente ao escaneamento, foi realizado o vazamento da moldagem com gesso comum, gerando um conjunto de modelos de cada paciente que foram escaneados em oclusão, sendo fixados pelo suporte específico e posicionados com os dentes anteriores voltados para dentro do scanner, sendo seu tempo médio de escaneamento e reconstrução de aproximadamente 30 minutos.

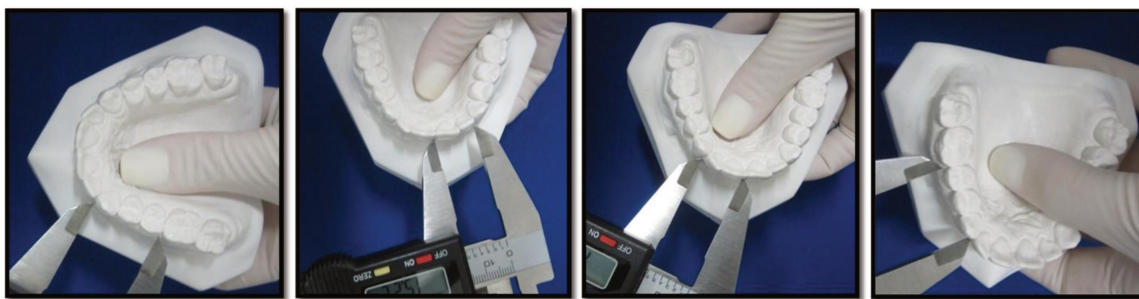
Os arquivos contendo os escaneamentos dos modelos e moldagens foram armazenados no computador para posterior visualização através do software OrthoAnalyser (3Shape, Copenhagen, Dinamarca).

As avaliações foram realizadas por três avaliadores separadamente após um treinamento realizado com mensurações de cinco pares de modelos virtuais e de gesso que não foram incluídos no estudo para aprendizagem do uso do software e calibração. As mensurações foram realizadas na seguinte ordem: modelos de gesso, modelos virtuais provenientes do escaneamento da moldagem e modelos virtuais provenientes do escaneamento do modelo de gesso, sendo avaliados 3 pares de modelos por dia. Nos modelos de gesso as medidas foram realizadas com um paquímetro digital (SC-6 Digital

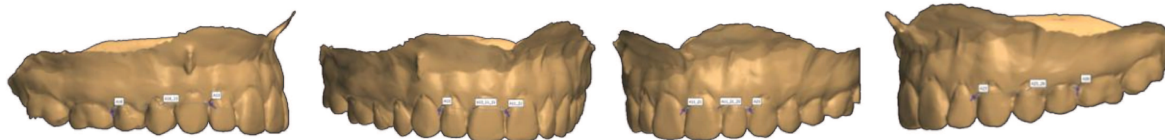
Caliper Nitutoyo Corporation Tokyo Japão) e nos modelos virtuais, utilizando ferramentas do software OrthoAnalyser. As medidas realizadas foram:

- largura de cada dente (maior distância existente de mesial a distal, medido pela face vestibular);
- distância intercaninos - DIC (ponta de cúspide do canino esquerdo à ponta de cúspide do canino direito);
- distância intermolares - DIM (sulco lingual/palatino de primeiro molar esquerdo à primeiro molar direito);
- perímetro do arco - PA (dividida por setores: base óssea de mesial de primeiro molar à mesial de canino do lado esquerdo, base óssea de mesial de canino esquerdo à linha média, base óssea da linha média à mesial de canino direito e da base óssea de mesial de canino direito à mesial de primeiro molar direito);

A figura 1 mostra um exemplo das 3 formas de obtenção das medidas, nos 3 tipos diferentes de modelos: gesso convencional (A), modelo virtual da moldagem (B) e modelo virtual do modelo (C).



A



B

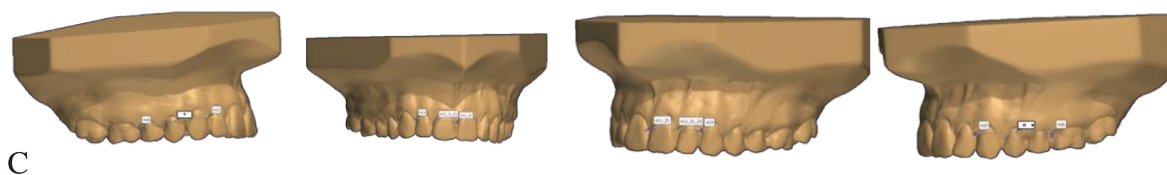


Figura 1 – Pontos digitais e mensuração com paquímetro utilizados para determinar o perímetro do arco nos 3 diferentes conjuntos de modelos: Modelo de gesso (A), Modelo Virtual da Moldagem (B), e modelo virtual do modelo (C).

Depois da avaliação dos 26 pares de modelos, que constituíram uma amostra de 731 medidas realizadas no total, foram selecionados aleatoriamente 8 pares de modelos que foram reavaliados 15 dias depois por cada avaliador para análise de concordância intra-avaliador.

Os dados foram analisadas usando o software SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA). O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) foi calculado para avaliar a concordância intra e inter-avaliador. O nível de significância foi de 5%.

RESULTADOS

Coeficiente de correlação intraclass dos modelos de gesso e virtuais.

A reprodutibilidade intra e interavaliador foi de satisfatória a excelente segundo Szklo e Nieto¹; tendo o coeficiente de correlação intraclass para o avaliador 1 variado de 0,78 a 1,00, para o avaliador 2 de 0,74 a 1,00 e para o avaliador 3 de 0,75 a 1,00.

Para o coeficiente de correlação interavaliador os resultados foram de 0,53 a 1,00 para os modelos de gesso; de 0,51 a 1,00 para os modelos virtuais da moldagem e de 0,68 a 0,99 para os modelos virtuais do modelo de gesso.

Confiabilidade dos modelos digitais

A tabela 1 mostra a média obtida pelos 3 avaliadores e o desvio padrão (DP) para todas as medidas. No que diz respeito à comparação dos modelos de gesso com os modelos virtuais, observou-se diferença estatística significativa para dentes da região posterior, da região anterior, perímetro do arco superior e distância intercaninos inferior.

Nos dentes anteriores superiores, não houve diferença significativa sendo que todas as comparações apresentaram valor de $p \geq 0,05$. Nos dentes anteriores inferiores não houve diferença significativa, exceto pela mensuração do dente 42 e do dente 43, e nos dentes posteriores superiores e inferiores, foram encontradas as maiores diferenças. Ainda para as mensurações da distância intercaninos superior, distância intermolares superior e perímetro do arco inferior não houve diferença estatística significativa ($p \geq 0,05$) e nas mensurações do comprimento do arco superior, distância intercaninos inferior e distância intermolares inferior houve diferença significativa ($p < 0,05$). As diferenças encontradas foram listadas na tabela 2.

Tabela 2. Diferenças entre os modelos virtuais e os modelos de gesso

Mensurações	Gesso x Virtual de moldagem (mm)	Gesso x Virtual do modelo (mm)	Virtual da moldagem x Virtual do modelo (mm)
D16	0,43	0,21	0,22
D15	0,30	0,24	--*
D14	0,27	0,15	0,12
D24	0,20	0,23	--*
D25	0,24	0,25	--*
D26	0,21	0,20	--*
D36	0,33	0,32	--*
D35	0,33	0,22	--*
D34	0,28	0,23	--*
D42	--*	0,16	0,15
D43	0,09	0,11	--*
D44	0,27	--*	--*
D45	0,26	0,31	--*
D46	0,28	0,34	--*
PAS	1,13	1,07	--*
DICI	0,82	0,51	--*
DIMI	--*	0,84	0,71

--* Não apresentaram diferença estatística significativa

DISCUSSÃO

A análise de modelos de gesso é um elemento de diagnóstico bastante importante no planejamento do tratamento ortodôntico, pois possibilita não apenas a análise de espaço presente e espaço requerido para um correto alinhamento e nivelamento dos dentes, mas também permite a identificação da oclusão. Além disso, as variações anatômicas observadas nos modelos de gesso podem ajudar em um melhor posicionamento dos braquetes tanto em colagens diretas ou indiretas; além de determinar a necessidade de extração dentária ou expansões maxilares.

Tradicionalmente, essas medidas são obtidas a partir de modelos de gesso ou por vezes com o auxílio de fotografias e radiografias ou ainda através de medidas realizadas diretamente na boca do paciente.^{3,10,11}

Porém, recentes avanços tecnológicos têm permitido a produção de modelos digitais com a versatilidade de manipulação e possibilidade de salvar o volume 3D.¹¹ Alguns estudos avaliaram a confiabilidade de medidas de modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de modelos de gesso^{3,4,5,6,7,8,10,12}; entretanto, nós enfatizamos que o presente estudo é o primeiro a avaliar a confiabilidade dos modelos virtuais provenientes do escaneamento de moldagens em alginato.

Um fato que chamou a atenção neste estudo foi o tempo de escaneamento que, segundo o manual do scanner diz ser de 7 minutos para escaneamento da moldagem e de 60 a 75 segundos para escaneamento do modelo de gesso. Porém, os tempos foram de 40 minutos e 30 minutos, respectivamente. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que no manual só seja referido o tempo de leitura das moldagens e modelos, não sendo considerado o tempo de reconstrução da imagem.

Neste estudo, as medidas da largura dos dentes, comprimento do arco, distância intercaninos e distância intermolares da maxila e da mandíbula realizadas em modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de moldagens e modelos de gesso foram comparadas às obtidas em modelos de gesso convencionais, que foram utilizados como

padrão ouro, já que é eticamente e clinicamente impossível se obter as medidas exatas dos dentes para serem usados como padrão ouro.⁶ Estatisticamente, houve diferença significativa para medidas em alguns dentes entre as mensurações dos modelos virtuais da moldagem e do modelo com os modelos de gesso. Alguns fatores podem ter influenciado as medidas levando a essas diferenças, como por exemplo, a quantidade de contração do alginato da moldagem antes do vazamento do gesso, o processo de desinfecção da moldagem ou o fator de expansão dos modelos de gesso.^{4,6,10}

Os avaliadores deste estudo não foram ortodontistas treinados e sim radiologistas e podem, portanto, ter apresentado algumas dificuldades na marcação dos pontos em dentições mais apinhadas devido ao aumento de sobreposição, rotação e inclinação dos dentes,^{5,6,10,12} o que tornou mais difícil a marcação exata dos mesmos pontos de contato nas regiões interproximais e na sua duplicação para marcação exata nos 3 diferentes conjuntos de modelos.^{5,6,10,11,12}

Outro fator importante que pode influenciar as medidas são as diferenças de visualização entre os dois métodos, já que os modelos virtuais fornecem uma visualização em três dimensões dos pontos de contato e possibilitam a ampliação da imagem, além disso, fornecerem ferramentas digitais para medir diâmetros e distâncias, o que exige treinamento adicional do profissional.^{4,6,12} Porém, neste trabalho esse não foi um fator que influenciou as diferenças nas medidas já que houve uma boa correlação intraclasse, mostrando que os avaliadores foram bem treinados para realizar as mensurações tanto nos modelos virtuais quanto nos modelos de gesso convencionais.

Em contrapartida, Stevens *et al.* (2006)⁶ defenderam que as medidas dos modelos virtuais resultam em medidas mais válidas do que no gesso já que esses não tem a barreira física da pinça do paquímetro nos pontos de mensuração, apesar das possíveis dificuldades que possam existir na marcação de pontos dos modelos virtuais.

Neste estudo, a maioria das diferenças significativas foi encontrada na região de dentes posteriores, com superestimação das medidas obtidas. Isso pode ter ocorrido devido

à precisão de escaneamento que pelo posicionamento das câmeras e feixe de laser pode ser menos precisa e apresentar distorção da imagem na região posterior.

Porém, apesar de terem sido encontradas diferenças significativas entre várias mensurações dos modelos virtuais e convencionais, segundo Santoro et *al.*⁴ e Leifert et *al.*¹⁰ diferenças menores ou iguais a 0.5 mm, são consideradas clinicamente insignificantes e ainda, de acordo com Tomassetti et *al.*² somente diferenças maiores ou iguais a 1,5 mm são consideradas clinicamente significativas. Neste estudo as diferenças variaram de 0,09 mm a 0,43 mm para as medidas de largura do dente, e de 0,51 a 1,13 para as medidas lineares (CAS, DICS, DIMS, CAI, DICI, DIMI) sendo, portanto consideradas clinicamente aceitáveis não prejudicando o planejamento e controle do tratamento.

O uso de modelos virtuais traz grandes vantagens para a prática clínica. E, sendo confiáveis, tendo boa reprodutibilidade e facilidade no uso, tem grande potencial de ganhar espaço entre os ortodontistas durante o planejamento e controle do tratamento.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, embora tenham sido encontradas diferenças significativas nas mensurações da largura dos dentes, perímetro dos arcos, distância intermolares e distância intercaninos, essas diferenças são consideradas aceitáveis de acordo com os valores encontrados na literatura pesquisada, não prejudicando o planejamento e controle do tratamento, sendo os modelos digitais obtidos com o scanner e software avaliados considerados confiáveis.

Agradecimentos

Nós agradecemos a CAPES pelo suporte financeiro. Os autores negam qualquer conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Szklo R, Nieto FJ. Epidemiology Beyond the Basis. Aspen Publications; 2000. p. 343-404.
2. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. Angle Orthod 2001;71:351-7.
3. Zilberman O, Huggare JAV, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. Angle Orthod 2003;73:301-306.
4. 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;124:101-5.
5. Costalos PA, Sarraf k, Cangialosi TJ, Efdtratiadis S. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128:624-9.
6. Stevens DR, Mir CF, 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;129:794-803.
7. 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;130:485-91.
8. Okunami TR, Kusnoto B, BeGole E, Evans CA, Sadowsky C, Fadavi S. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: Digital vs plaster dental casts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:51-6.

9. Brusco N, Andreetto M, Lucchese L, Carmignato S, Cortelazzo GM. Metrological validation for 3D modeling of dental plaster casts. *Medical Engineering & Physics* 2007;29:954-966.
10. 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;136:16.e1-16.e4.
11. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, El-Ezz, AMA, Attia, KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:259-65.
12. 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;142:269-73.

CAPÍTULO 1 – Versão em Inglês

Reliability of measurements performed on virtual models obtained from the scanning of impressions and conventional plaster models.

Débora Duarte Moreira^a, DDS, Bruno Frazão Gribel^a, DDS, MS, Gina Delia Roque Torres^a, DDS, Karla de Faria Vasconcelos^a, DDS, MS, Deborah Queiroz de Freitas^a, DDS, MS, PhD and Gláucia Maria Bovi Ambrosano^b, DDS, MS, PhD

^a *Departament of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.*

^b *Department of Social Dentistry, Division of Biostatistics, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.*

Running title: Reliability of measurements on digital models.

Keywords: Orthodontics, Digital Models, Study Models, Measurements

Correspondence: Débora Duarte Moreira, Department of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, University of Campinas, UNICAMP, 901, Limeira Avenue, PO Box 52, 13414-903, Piracicaba, SP, Brazil (Phone: +55-19-21065327; e-mail: dededm@hotmail.com)

***Artigo submetido ao periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.**

ABSTRACT

Introduction: measurements for orthodontic treatment are traditionally performed with a digital caliper on plaster models. Nowadays, three-dimensional models have been used. The aim of this study was to compare the measurements of the size of the teeth mesial to distal, arch perimeter, intercanine distance and intermolar distance in the upper and lower arches obtained from alginate impression scans, plaster models scans to those obtained from conventional plaster models. **Materials and Methods:** The sample was comprised of 26 patients randomly selected to have impressions of their upper and lower jaws taken using alginate and their bite registration using a wax bite. The virtual models were obtained by scanning the alginate impression and the plaster model in a laser surface scanner (R700; 3Shape, Copenhagen, Denmark), and the measurements were performed using proprietary software OrthoAnalyser (3Shape, Copenhagen, Denmark). Measurements on plaster model, digital impression and digital model were performed by three observers and repeated after 15 days in 8 models for evaluations intra-observers. Data were tabulated and analyzed statistically intra-class correlation to check the agreement of intra and inter-observers and ANOVA test was used to analyze the differences between measurements of digital models from impression and digital models from plaster. **Results:** The results showed there is a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) to the posterior teeth, the anterior teeth, upper arch perimeter and lower inter-canine distance if compared digital models with plaster models, but these differences are considered clinically acceptable. **Conclusions:** Digital models have proved reliable and clinically acceptable for measuring tooth width, perimeter arches, intercanine and intermolar distances.

INTRODUCTION

The study of plaster models is an essential prerequisite for successful orthodontic treatment planning process. Traditionally, all informations are gathered from plaster orthodontic models, direct measurement or 2D photographs and radiographs.^{3,10,11}; however; analyzing plaster models can be a time consuming procedure.³

Since 1990, digital technology is becoming part of the orthodontic records in many orthodontic practices. In order to improve the quality and efficiency of the record taking consultation, digital photos, x-rays and more recently 3D study models are becoming the standard orthodontic record in many practices across the world.^{7,8}

More recently companies have developed scanning Technologies to produce digital models not only by direct plaster model scans but also direct alginate impression scans. These digital models can be used for visualization as well as taking digital measurements using proprietary software¹⁰; moreover, it is not necessary physical space to store the records and they facilitate retrieve and share information with dental labs and colleagues in multidisciplinary treatments, contributing also for better practice management.^{7,8} On the other hand digital models required an investment in hardware acquisition as well as in training for hardware/software correct manipulation.^{4,6,9,10}

Few studies have looked at the accuracy and reproducibility of measurements taken from 3D digital models in order to validate its use in the routine orthodontic practices.^{3,4,11} The accuracy and reproducibility of such measurements can be influenced by a number of factors including tooth position (rotation, inclination and angulations), anatomical variations, the position of the interproximal contact points, as well as inter-examiner variability due to the lack of familiarity with the software.¹⁰

The use of digital models are of great interest to all orthodontic practitioners, particularly if the impression can be scanned and the plaster models is not required to be poured, trimmed and polished. Some studies evaluated the reability of measurements

obtained of digital models from plaster models^{3,4,5,6,7,8,10,12}; however, there are not studies that evaluated the reability of digital models scanned from alginate impression.

Therefore the aim of this study was to compare the measurements taken from plaster model to those taken from digital models obtained by two different scanning methods: 1) direct plaster model scan and 2) direct impression model scan.

MATERIAL AND METHOD

This study was approved by the Ethics Committee in Research of the State University of Campinas (protocol # 120/2011). A sample size of 26 individuals was statistically determined to be adequate. Subjects were on average 34,7 years old (18 to 58 years-old), and reported to a radiology clinic for regular orthodontic record taking. A written consent of each patient was obtained.

Impressions of the upper and lower arches were taken using Orthoprint (Zhermack, Rovigo, Italy) and their bites registered using conventional utility was 1 millimeter. The inclusion criteria were fully permanent dentition without braces bonded to the teeth. Patients with removable dentures were requested to remove it so that the impression and bite registration could be taken.

All scans (impressions and models) were made using a surface laser scanner R700 (3Shape, Copenhagen, Denmark). The scanner was calibrated (using the recommended calibration kit) twice daily to ensure that the optimal accuracy advertised by the manufacturer (20 micra) could be reached.

The scans were made according to the manufactured instructions on the manual. First the upper impression was placed inside the scanner using the impression holding fixture. At the end of the automated scanning of the upper impression the lower impression was place inside the scanner. Lastly the bite registration was placed inside the scanner using the bite

registration fixture, and scanned. The total scanning time including the creation of a virtual base was approximately 40 minutes.

After the impressions were scanned, the plaster model was poured (using conventional white plaster) and an upper and lower model was also scanned separately. After the upper and lower models were placed in occlusion using the bite registration and the set was scanned using the 2-cast fixture, provided by the scanner manufacturer. The total scanning time including the creation of a virtual base was approximately 30 minutes.

Three different observers that received a short 5-case-training for calibration purposes performed the measurements. Each observer was trained independently and the 5 cases used for this purpose were not included in this study.

All measurements were taking in the following order: first plaster models, second direct impression scans and lastly plaster model scans. Each observer measured 3 sets (upper and lower) of models per day. The plaster models were measured using a digital caliper (SC-6 Digital Caliper Nitutoyo Corporation Tokyo Japan) and all digital measurements were made using OrthoAnalyser software (3Shape, Copenhagen, Denmark).

The measurements used in this study were:

- Tooth Width (greatest mesial-distal distance, measured from the buccal view);
- Inter canine Distance - ICD (distance between the right and left canine incisor tip);
- Intermolar Width - IMD (Distance between the right and left first molar lingual/palatal sulcus).
- Arch Perimeter - AP (sum of the distance between the mesial of the first molar to the distal of the canines and the distal of the canines to the mesial of the central incisors, measured at the papilla level);

Figure 1 shows an example of measurements in the three different types of models: plaster models (A), impression model scan (B) and model scan (C).

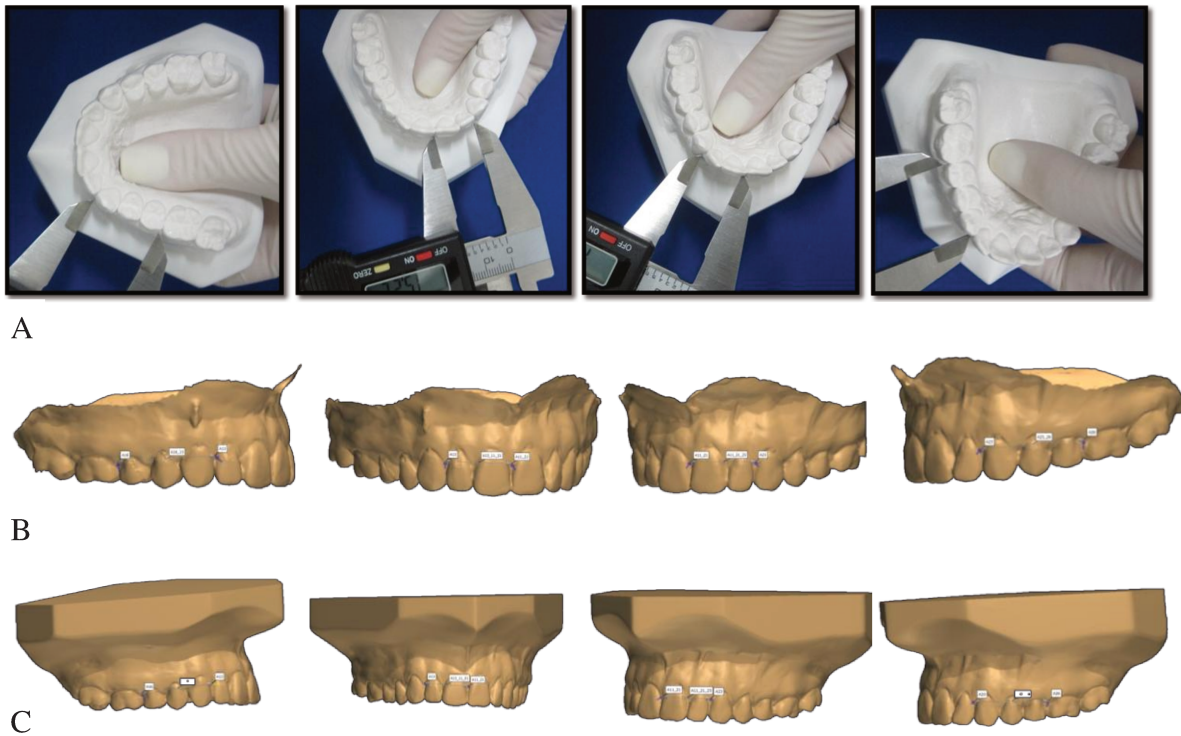


Figure 1 – Landmarks and caliper measurements used to determine the arch perimeter on the 3 different models sets: plaster model (A), impression model scan (B) and model scan (C).

A total of 731 measurements were taken from the 26 model sets. Eight models sets were randomly chosen to be re-assessed by the observers within an interval of 15 days to verify the reproducibility of the measurements.

Data were analyzed using SAS software 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA). The intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated for the intra- and interobserver agreement. All measurements were analyzed statistically using ANOVA with Tukey correction. The significance level was 5%.

RESULTS

Intra- and interobserver agreement

The values of ICC were good or excellent, according to Szklo e Nieto¹. The intra-observer agreement of the observer 1 varied from 0,78 to 1,00; observer 2 varied from 0,74 to 1,00 and observer 3 from 0,75 to 1,00.

The observer agreement varied from 0,53 to 1,00 for the plaster models measurements; from 0,51 to 1,00 for the impression models scans and from 0,68 to 0,99 for the plaster model scans.

Digital Models Accuracy

Table I shows the means obtained by 3 observers and standard deviation (SD) of all measurements. There was a statistically significant difference between the tooth width measurements, upper arch perimeter and lower intercanine distance on the digital and plaster models.

There was no statistically significant difference between the measurements taken from the anterior upper and lower tooth width ($p \geq 0,05$) except from tooth 42 and 43. There

were also no statistically significant differences between the upper intercanine and intermolar width and lower dental arch perimeter ($p \geq 0,05$)

The greatest differences were found at the posterior upper and lower tooth width. The differences on the upper arch length, lower intercanine and intermolar distances were also statistically significant. All differences are listed in the descriptive statistics in table II

Table II. Differences between the digital models and the plaster models

Measurement	Plaster x Impression scan (mm)	Plaster x Model scan (mm)	Model scan x Impression scan (mm)
D16	0,43	0,21	0,22
D15	0,30	0,24	--*
D14	0,27	0,15	0,12
D24	0,20	0,23	--*
D25	0,24	0,25	--*
D26	0,21	0,20	--*
D36	0,33	0,32	--*
D35	0,33	0,22	--*
D34	0,28	0,23	--*
D42	--*	0,16	0,15
D43	0,09	0,11	--*
D44	0,27	--*	--*
D45	0,26	0,31	--*
D46	0,28	0,34	--*
PAS	1,13	1,07	--*
DICI	0,82	0,51	--*
DIMI	--*	0,84	0,71

--* No statistically significant difference

DISCUSSION

Analyzing study models is a key factor for a good orthodontic diagnosis and successful orthodontic treatment plan, because it enables not only the analysis of the present and the required space for the correct leveling and aligning of the teeth, but also the individual tooth sizes and discrepancies that can ultimately lead to a poor indentation of the occlusion. Further more the anatomical variations observed on a plaster models can help better position brackets whether using direct or indirect bonding, determine the need for tooth extraction or maxillary expansions.

Traditionally, most of the information required for an orthodontist to develop a diagnosis and treatment plan comes from photographs, x-rays and measurements obtained directly from the patient's mouth or from plaster models.^{3,10,11}

Recent technological advancements have allowed these 3D measurements to be made digitally using virtual models scanned from plaster models or alginate impressions.¹¹ Some studies already evaluated the reability of measurements obtained of digital models from plaster models^{3,4,5,6,7,8,10,12}; however, we emphasize that this study is the first to evaluate the reability of digital models scanned from alginate impression.

The total scanning time was of particular interest in this study. Although the instruction manual says it takes from 2 to 3 minutes to scan a plaster model and 7-10 minutes to scan an impression, the total scanning time was greater than initially expected because it involves virtual reconstructions, virtual trimming and virtual base creation. These processes are very dependent on the hardware used and the experience of the operator.

In the present study the measurements of the 2 different virtual models sets were compared to those of the physical plaster model, with was judged to be the gold standard, since it is should be ethically and clinically impossible to obtain the exact tooth measurements to be used as the gold standard.⁶ The statistically significant differences found in some of the measurements can be partially explained by the fact that even though

the alginate used in this study has a high stability in the first 100 hours, some contraction may have occurred from the time the impression was scanned to the time the models were poured and the expansion caused by the plaster once it hardens, another influence could be the disinfection process of the alginate impressions.^{4,6,10}

Also the observers in this study were not trained orthodontists but radiologists and might have had some difficulties placing the landmarks on more crowded dentitions due to increased overlapping, rotation and inclination of the teeth^{5,6,10,12} that makes it more difficult to exactly identify the same landmarks at the contact points in the interproximal areas and duplicate them exactly on 3 different models sets.^{5,6,10,11,12}

Although the intra-class correlation was high for all groups indicating a high reproducibility, the differences between the digital and physical group was greater than the differences between the 2 digital groups. This could be due to the fact that the 2 digital models sets, differently from the physical model set, allow the observer to enhance visualization, zoom and maintain each landmark at the exact same position while performing a measurement.^{4,6,12}

In this study, the most of significant differences were found in the posterior region with overestimation of the measurements. This may have occurred due to the scanning precision once the positioning of cameras and laser beam can be less accurate in this region causing image distortion.

Stevens et al. (2006)⁶ defended that the measurements in digital models could be therefore more accurate than those made on plaster models, because they are not limited by the physical limitations of the caliper at the landmarks.

In spite of having found a number of statistically significant differences between the plaster model tooth width measurements and those made on the digital models (0,09 mm to 0,43 mm), according to Santoro et al.⁴ and Leifert et al.¹⁰ differences smaller than 0.5 mm, can be considered clinically insignificant.

In the present study the greatest differences (0,51 mm to 1,13 mm) were found on the linear measurements: UAP, UICS, UIMD, LAP, LICD, LIMD. These measurements are either compound measurement that adds the difference between the all the other measurements are composed by bilateral distances that have proportionally greater differences as they are greater distances.

Moreover, according to Tomassetti *et al.*² only differences greater than 1,5 mm are considered clinically significant. Although this can be true in some cases if we wish to further use these digital models for appliance production this threshold may be too high, and might what to keep these differences to a minimum.

The use of digital models can lead to numerous advantages in the daily orthodontic practice. The files can be easily, stored, retrieved and shared improving patient communication and data sharing with orthodontic labs and other players on multidisciplinary cases. The measurement taken from the digital files are accurate and reproducible making this type of record likely to rapidly become the standard of treatment planning in orthodontics.

CONCLUSION

Although some measurements of digital models had been different from that those obtained from plaster models in the scanner studied, we considered that virtual models whether from plaster models scans or alginate impressions scans are reliable and sufficiently accurate for orthodontic diagnosis and treatment planning once the differences are in agreement with the literature.

Acknowledgment

We would like to acknowledge CAPES for the financial support.

REFERENCES

1. Szklo R, Nieto FJ. Epidemiology Beyond the Basis. Aspen Publications; 2000. p. 343-404.
2. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod* 2001;71:351-7.
3. Zilberman O, Huggare JAV, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod* 2003;73:301-306.
4. 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;124:101-5.
5. Costalos PA, Sarraf k, Cangialosi TJ, Efdtratiadis S. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:624-9.
6. Stevens DR, Mir CF, 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;129:794-803.
7. 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;130:485-91.
8. Okunami TR, Kusnoto B, BeGole E, Evans CA, Sadowsky C, Fadavi S. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: Digital vs plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:51-6.

9. Brusco N, Andreetto M, Lucchese L, Carmignato S, Cortelazzo GM. Metrological validation for 3D modeling of dental plaster casts. *Medical Engineering & Physics* 2007;29:954-966.
10. 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;136:16.e1-16.e4.
11. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, El-Ezz, AMA, Attia, KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:259-65.
12. 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;142:269-73.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Um bom planejamento para início e gerenciamento de um tratamento ortodôntico depende de um bom diagnóstico, que é realizado tradicionalmente com análises realizadas em radiografias, fotografias e modelos de gesso. Com os avanços tecnológicos, cada vez mais essas documentações tem sido adquiridas por métodos digitais e, mais recentemente, foi introduzida a tecnologia dos modelos digitais, que permitem armazenamento e análises diretamente em computadores, diminuindo o espaço físico necessário para armazenamento dos modelos de gesso tradicionais e facilitam a comunicação entre diferentes profissionais na aplicação da odontologia multidisciplinar.

De acordo com a metodologia empregada neste trabalho, concluiu-se que a análise de modelos virtuais obtidos a partir do escaneamento de moldagens realizadas em alginato e escaneamento dos modelos de gesso é considerada confiável e clinicamente aceitável de acordo com os valores encontrados na literatura pesquisada, embora tenham sido observadas pequenas diferenças significativas estatisticamente. Ainda, pôde-se observar boa concordância entre os avaliadores o que mostra que essa não foi a causa das diferenças encontradas.

Como a tendência é de que cada vez mais os modelos virtuais sejam usados na prática clínica para planejamento de tratamentos ortodônticos, mais scanners, inclusive o avaliado neste estudo, devem ser mais estudados para analisar sua viabilidade na prática clínica, uma vez que não foi encontrado na literatura até o momento qualquer estudo avaliando a confiabilidade de scanners que realizam escaneamento da moldagem para planejamento ortodôntico e são poucos os estudos que avaliam o escaneamento dos modelos de gesso, sendo os mais comuns, avaliando o software OrthoCAD (Cadent, Carlstadt, NJ).

CONCLUSÃO

Embora tenham sido encontradas algumas diferenças significativas nas mensurações realizadas, essas diferenças são clinicamente aceitáveis, de acordo com os valores encontrados na literatura pesquisada, não prejudicando o planejamento e controle do tratamento, sendo os modelos virtuais obtidos, considerados confiáveis.

REFERÊNCIAS*

1. Azenha CR, Macluf-Filho E. Protocolos em Ortodontia: diagnóstico, planejamento e mecânica. 1ª edição Napoleão editora. Nova Odessa - SP - Brasil.
2. Brusco N, Andreetto M, Lucchese L, Carmignato S, Cortelazzo GM. Metrological validation for 3D modeling of dental plaster casts. Medical Engineering & Physics 2007;29:954-966.
3. Costalos PA, Sarraf k, Cangialosi TJ, Efdtratiadis S. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128:624-9.
4. El-Zanaty HM, El-Beialy AR, El-Ezz, AMA, Attia, KH, El-Bialy AR, Mostafa YA. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137:259-65.
5. Kusnoto B, Evans CA. Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic applications. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;122:342-8.
6. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparasion of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136:16.e1-16.e4.
7. Lightheart KG, English JD, Kau CH, Akyalcin S, Bussa-Jr HI, McGrory KR, McGrory KJ. Surface analysis of study models generated from OrthoCAD and cone-beam computed tomography imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141:686-93.
8. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132:346-52.

9. Okunami TR, Kusnoto B, BeGole E, Evans CA, Sadowsky C, Fadavi S. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: Digital vs plaster dental casts. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:51-6.
10. Peluso, MJ, Josell SD, Levine SW, Lorei BJ. Digital models: An introduction. *Semin Orthod* 2004;10:226-238.
11. Proffit WR, Fields-Jr HW. *Ortodontia Contemporânea*. 3ª edição Editora Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil.
12. Sakurai Y, Nishii Y, Kodaka K, Nojima K, Sueishi K. Crown angulation measured by laser scanner. *Orthodontic waves* 2010;69:13-17.
13. 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;124:101-5.
14. Shah S, Sundaram G, Barlett D, Sherriff M. The use of a 3D laser scanner using superimpositional software to assess the accuracy of impression techniques. *Journal of Dentistry* 2004;32:653-658.
15. Slaj M, Spalj S, Jelusic D, Slaj M. Discriminant factor analysis of dental arch dimensions with 3-dimensional virtual models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:680-7.
16. 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;142:269-73.
17. Stevens DR, Mir CF, 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;129:794-803.
18. Szklo R, Nieto FJ. *Epidemiology Beyond the Basis*. Aspen Publications; 2000. p. 343-404.

19. Thiruvengkatachari B, Al-Abdallah M, Akram NC, Sandler J, O'Brien K. Measuring 3-dimensional tooth movement with a 3-dimensional surface laser scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:480-5.
20. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod* 2001;71:351-7.
21. 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;130:485-91.
22. Zilberman O, Huggare JAV, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod* 2003;73:301-306.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

APÊNDICE - MATERIAL E MÉTODOS DETALHADO

Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas sob o número de protocolo 120/2011. Depois de realizados os cálculos para amostra de conveniência, foram selecionados aleatoriamente 26 pacientes com idades entre 18 e 58 anos, com média de 34,7 anos que compareceram a uma clínica de radiologia em Contagem-MG para realização de exames radiográficos solicitados para diagnóstico e planejamento de tratamento e foram convidados a participar da pesquisa. Esses pacientes foram submetidos à moldagem das arcadas superior e inferior com utilização de alginato Orthoprint (Zhermack, Rovigo, Itália) e a um registro de mordida utilizando cera utilidade. A amostra foi coletada baseada nos critérios de inclusão de presença de dentição permanente e ausência de aparelhos ortodônticos fixos. Caso houvesse uso de próteses parciais removíveis, elas foram retiradas no momento da moldagem.

Para o escaneamento das moldagens, modelos e registros de mordida, foi utilizado o scanner de superfície a laser R700 (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). Antes de cada período de escaneamento das moldagens e modelos o scanner foi calibrado com sensores colocados no interior do aparelho. Esses sensores são lidos para padronizar o posicionamento das duas câmeras e do laser e a inclinação do suporte da moldagem e do modelo que possui três eixos (rotação, movimento linear e inclinação) possibilitando que os objetos a serem lidos sejam rodados e translados, facilitando o escaneamento por todos os pontos de visão, permitindo o escaneamento de 360 graus do objeto. A precisão de escaneamento é de 20 micrômetros.

Para início do escaneamento, foi criada uma pasta com os dados do paciente e com a identificação de modelo ou moldagem. Seguindo as instruções fornecidas pelo software, o conjunto moldeira/alginato da maxila fixado pelo suporte específico foi levado ao scanner com os dentes anteriores voltados para fora para construção do modelo virtual. Ao final do escaneamento da moldagem da maxila, a moldagem da mandíbula foi colocada no suporte e também escaneada. Por fim, o registro de mordida foi posicionado no suporte em rede

com os dentes inferiores voltados para a porta do scanner e então scanneado. Após os 3 objetos serem escaneados, foi necessária a delimitação dos fundos de sulco dos modelos virtuais e a marcação de 3 pontos coincidentes nos modelos virtuais e no registro de mordida para posterior oclusão. O procedimento de escaneamento e reconstrução do modelo virtual a partir da moldagem em alginato foi de aproximadamente 40 minutos.

Posteriormente ao escaneamento, foi realizado o vazamento da moldagem com gesso comum, gerando um conjunto de modelos de cada paciente, sendo um da maxila e um da mandíbula. O modelo de gesso da maxila foi levado ao scanner fixado ao suporte específico com os dentes anteriores voltados para dentro do scanner; em seguida, o mesmo procedimento foi realizado com o modelo da mandíbula. Por fim, os dois modelos foram escaneados em oclusão, sendo fixados pelo suporte específico e posicionados com os dentes anteriores voltados para dentro do scanner, sendo seu tempo médio de escaneamento e reconstrução de aproximadamente 30 minutos.

Os arquivos contendo os escaneamentos dos modelos e moldagens foram armazenados no computador para posterior visualização através do software OrthoAnalyser (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). Os modelos de gesso foram armazenados em caixas próprias para mantê-los conservados e evitar quebras.

As avaliações foram realizadas por três avaliadores separadamente após um treinamento realizado com mensurações de cinco pares de modelos virtuais e de gesso que não foram incluídos no estudo para aprendizagem do uso do software e calibração. As mensurações foram realizadas na seguinte ordem: modelos de gesso, modelos virtuais provenientes do escaneamento da moldagem e modelos virtuais provenientes do escaneamento do modelo de gesso, sendo avaliados 3 pares de modelos por dia. Nos modelos de gesso as medidas foram realizadas com um paquímetro digital e nos modelos virtuais, utilizando ferramentas do software OrthoAnalyser. Caso houvesse grande discordância das medidas, essas foram reavaliadas e os avaliadores entraram num consenso. As medidas realizadas foram:

- largura de cada dente (maior distância existente de mesial a distal, medido pela face vestibular); figura 1

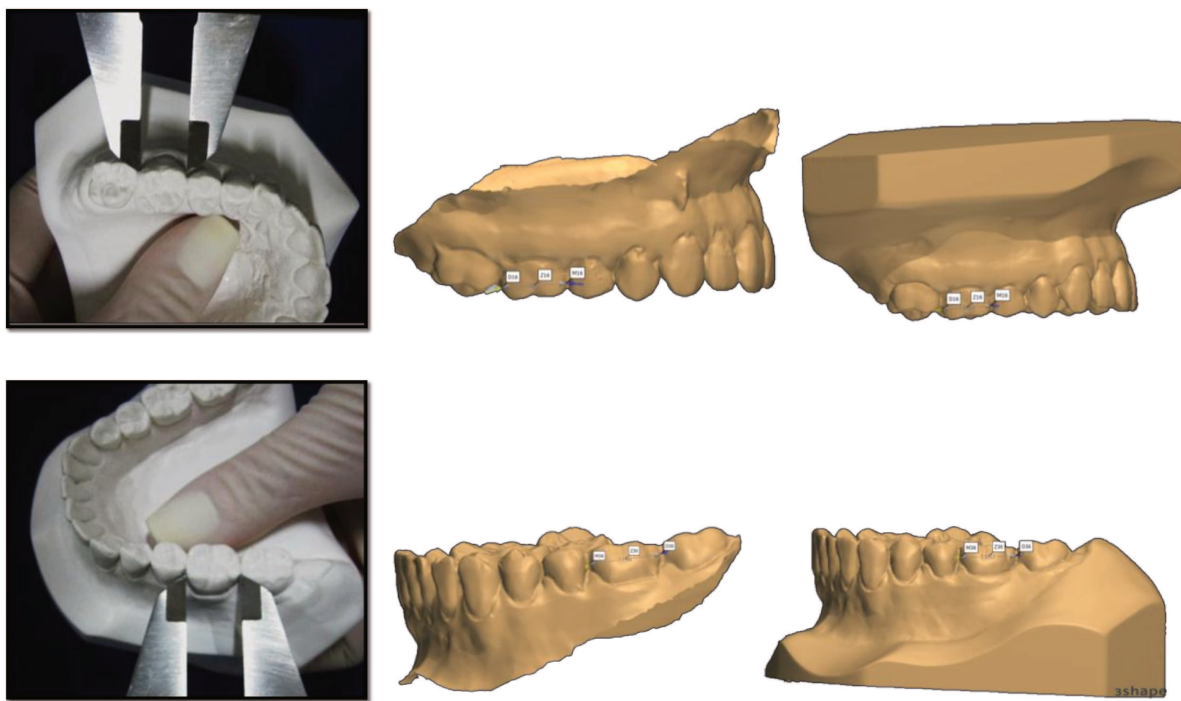
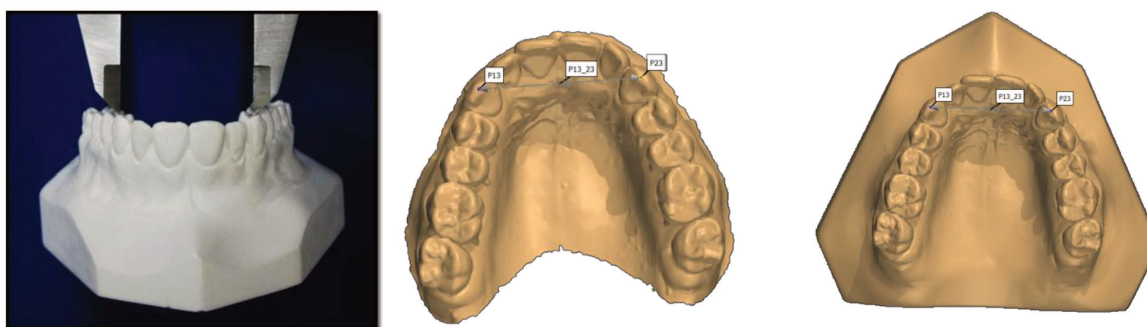


Figura 1 – Pontos utilizados como referência para mensuração da largura dos dentes de mesial a distal, tanto nos modelos de gesso convencionais, como nos modelos virtuais.

- distância intercanino - DIC (ponta de cúspide do canino esquerdo à ponta de cúspide do canino direito); figura 2



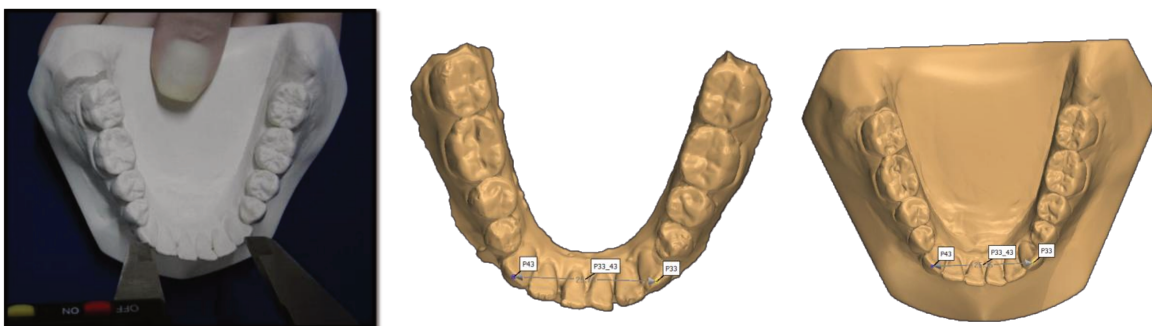


Figura 2 – Pontos utilizados como referência para mensuração da distância intercaninos, tanto nos modelos de gesso convencionais, como nos modelos virtuais.

- distância intermolar - DIM (sulco lingual/palatino de primeiro molar esquerdo à primeiro molar direito); figura 3

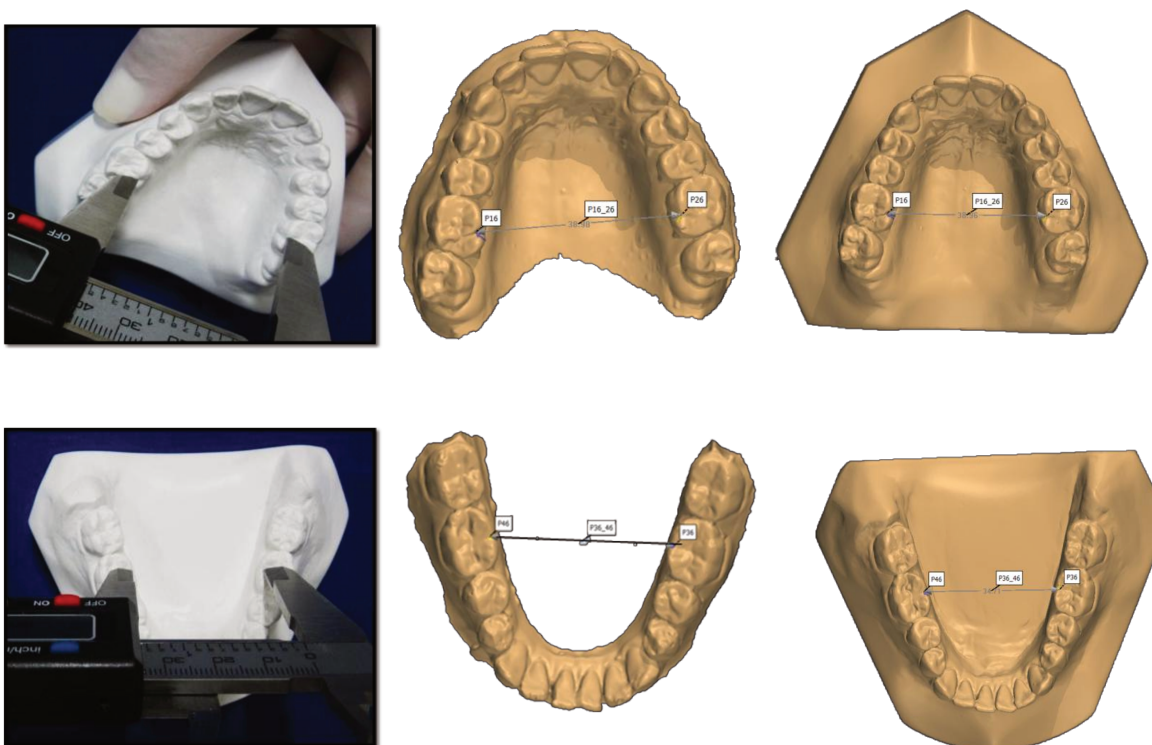


Figura 3 – Pontos utilizados como referência para mensuração da distância intermolares, tanto nos modelos de gesso convencionais, como nos modelos virtuais.

- perímetro do arco - PA (dividida por setores: base óssea de mesial de primeiro molar à mesial de canino do lado esquerdo, base óssea de mesial de canino esquerdo à linha média, base óssea da linha média à mesial de canino direito e da base óssea de mesial de canino direito à mesial de primeiro molar direito); figura 4

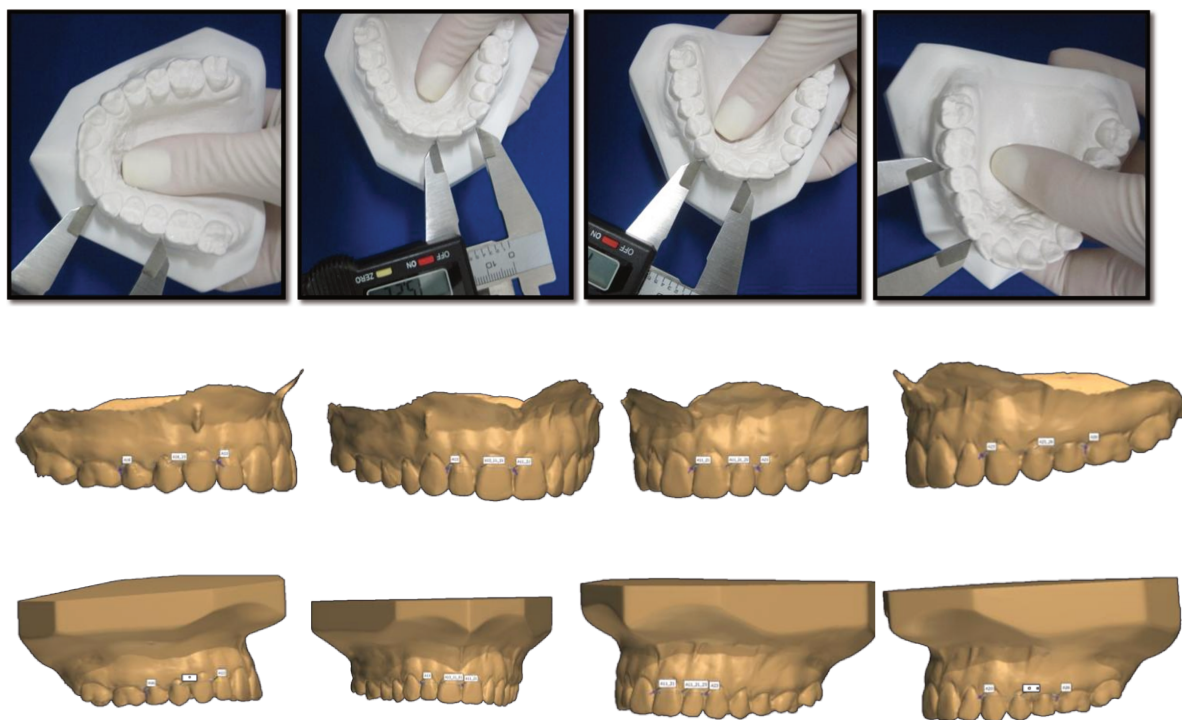


Figura 4 – Pontos utilizados como referência para mensuração do perímetro do arco, tanto nos modelos de gesso convencionais, como nos modelos virtuais.

Depois da avaliação dos 26 pares de modelos, que constituíram uma amostra de 731 medidas realizadas no total, foram selecionados aleatoriamente 8 pares de modelos que foram reavaliados 15 dias depois por cada avaliador para análise de concordância intra-avaliador.

As medidas foram tabuladas em planilhas do excel e analisadas por meio de análise de correlação intraclass para avaliar a reprodutibilidade intra-avaliador e inter-avaliadores. Foi observada a confiabilidade entre os avaliadores e então foram feitas as médias dos valores dos três avaliadores e aplicada a metodologia de análise de variância (ANOVA) e

teste Tukey, as medidas foram descritas por meio da média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95%.

ANEXO 1: Normas utilizadas na formatação do artigo.

Information for Authors

Electronic manuscript submission and review

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* uses the *Elsevier Editorial System (EES)*, an online manuscript submission and review system.

To submit or review an article, please go to the **AJO-DO** EES website: ees.elsevier.com/ajodo .

Send other correspondence to:

Dr. Vincent G. Kokich, DDS, MSD, Editor-in-Chief
American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
University of Washington
Department of Orthodontics, D-569
HSC Box 357446
Seattle, WA 98195-7446
Telephone (206) 221-5413
E-mail: vgkokich@u.washington.edu

General Information

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* publishes original research, reviews, case reports, clinical material, and other material related to orthodontics and dentofacial orthopedics.

Submitted manuscripts must be original, written in English, and not published or under consideration elsewhere. Manuscripts will be reviewed by the editor and consultants and are subject to editorial revision. Authors should follow the guidelines below.

Statements and opinions expressed in the articles and communications herein are those of the author(s) and not necessarily those of the editor(s) or publisher, and the editor(s) and publisher disclaim any responsibility or liability for such material. Neither the editor(s) nor the publisher guarantees, warrants, or endorses any product or service advertised in this publication; neither do they guarantee any claim made by the manufacturer of any product or service. Each reader must determine whether to act on the information in this publication, and neither the *Journal* nor its sponsoring organizations shall be liable for any injury due to the publication of erroneous information.

Guidelines for Original Articles

Submit Original Articles via EES: ees.elsevier.com/ajodo .

Before you begin, please review the guidelines below. To view a 7-minute video explaining how to prepare your article for submission, go to [Video on Manuscript Preparation](#).

1. Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.
2. Abstract. Structured abstracts of 200 words or less are preferred. A structured abstract contains the following sections: Introduction, describing the problem; Methods, describing how the study was performed; Results, describing the primary results; and Conclusions, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.
3. Manuscript. The manuscript proper should be organized in the following sections: Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions. Express measurements in metric units, whenever practical. Refer to teeth by their full name or their FDI tooth number. For style questions, refer to the *AMA Manual of Style*, 9th edition. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references in "Uniform Requirements for

Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org> . Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.

4. Figures. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.

5. Tables. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source and include written permission for its use from the copyright holder. Submit tables as text-based files (Word or Excel, for example) and not as graphic elements.

6. Model release and permission forms. Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures.

7. Copyright release. In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed by all authors:

*"The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript **[insert title of article here]** to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or*

other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material." Scan the printed [copyright release](#) and submit it via EES.

8. Use the International College of Medical Journal Editors Form for the Disclosure of Conflict of Interest (ICMJE Conflict of Interest Form). If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists.

9. Institutional Review Board approval. For those articles that report on the results of experiments of treatments where patients or animals have been used as the sample, Institutional Review Board (IRB) approval is mandatory. No experimental studies will be sent out for review without an IRB approval accompanying the manuscript submission.

10. Systematic Reviews and Meta-Analyses must be accompanied by the current PRISMA checklist and flow diagram (go to [Video on CONSORT and PRISMA](#)). For complete instructions, see our [Guidelines for Systematic Reviews and Meta-Analyses](#).

11. Randomized Clinical Trials must be accompanied by the current CONSORT statement, checklist, and flow diagram (go to [Video on CONSORT and PRISMA](#)). For complete instructions, see our [Guidelines for Randomized Clinical Trials](#).

Other Articles

Follow the guidelines above, with the following exceptions, and submit via EES.

Case Reports will be evaluated for completeness and quality of records, quality of treatment, uniqueness of the case, and quality of the manuscript. A high quality manuscript must include the following sections: introduction; diagnosis; etiology; treatment objectives, treatment alternatives, treatment progress, and treatment results; and discussion. The submitted figures must

include extraoral and intraoral photographs and dental casts, panoramic radiographs, cephalometric radiographs, and tracings from both pretreatment and posttreatment, and progress or retention figures as appropriate. Complete Case Report Guidelines can be downloaded from [Case Report Guidelines](#)

Techno Bytes items report on emerging technological developments and products for use by orthodontists.

Miscellaneous Submissions

Letters to the Editor and their responses appear in the Readers' Forum section and are encouraged to stimulate healthy discourse between authors and our readers. Letters to the Editor must refer to an article that was published within the previous six (6) months and must be less than 500 words including references. Send letters or questions directly to the editor, via e-mail: vgkokich@u.washington.edu. Submit a signed copyright release with the letter.

Brief, substantiated commentary on subjects of interest to the orthodontic profession is published occasionally as a Special Article. Submit Guest Editorials and Special Articles via the Web site.

Books and monographs (domestic and foreign) will be reviewed, depending upon their interest and value to subscribers. Send books to the Editor in Chief, Dr. Vincent G. Kokich, Department of Orthodontics, University of Washington D-569, HSC Box 357446, Seattle, WA 98195-7446. They will not be returned.

Checklist for authors

____ Title page, including full name, academic degrees, and institutional affiliation and position of each author, and author to whom correspondence and reprint requests are to be sent, including address, business and home phone numbers, fax numbers, and e-mail address

____ Abstract

- _____ Article proper, including references and figure legends
- _____ Figures, in TIF or EPS format
- _____ Tables
- _____ [Copyright release statement](#), signed by all authors
- _____ [Photographic consent statement\(s\)](#)
- _____ [ICMJE Conflict of interest statement](#)
- _____ Permissions to reproduce previously published material

Updated January 2012

ANEXO 2: Aprovação do Protocolo de Pesquisa pelo Comitê de Ética da FOP-UNICAMP



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa **"Comparação entre as mensurações feitas em modelos de gesso convencionais e modelos virtuais obtidos a partir de escaneamento"**, protocolo nº 120/2011, dos pesquisadores Débora Duarte Moreira e Gláucia Maria Bovi Ambrosano, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 01/12/2011.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project **"Comparison between measurements made on conventional plaster models and virtual models obtained from the scanning"**, register number 120/2011, of Débora Duarte Moreira and Gláucia Maria Bovi Ambrosano, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 12/01/2011.



Prof. Dr. Livia Maria Andaló Tenuta
Secretária
CEP/FOP/UNICAMP



Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

ANEXO 3: Carta de confirmação da submissão do artigo intitulado “Reliability of measurements performed on virtual models obtained from the scanning of impressions and conventional plaster models” ao *periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*.

Submission Confirmation for Voltar para mensagens |  

 American Journal of Orthodontics [Adicionar a contatos](#)
Para dededm@hotmail.com

02:55
Responder 

Dear Dr. Moreira,

Your submission entitled "Reliability of measurements performed on virtual models obtained from the scanning of impressions and conventional plaster models." has been received by journal American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Elsevier Editorial Systems as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/ajodo/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics
Manuscript submission: www.ees.elsevier.com/ajodo
Journal website: www.ajodo.org
Journal blog: <http://ajodoblog.blogspot.com/>