

Publicado em 18 de dezembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

ANÁLISE COMPARATIVA EM MEDIDAS REALIZADAS POR IMAGEM DE MODELOS OBTIDOS PELOS MÉTODOS TOMOGRÁFICO X ESCANEADO

Renata Cristina de Carvalho Barreto Oliveira Apolinário Figueira¹; Rafaela Caminha de Souza Estrella²; Manoela Almeida Santos da Figueira³; Rebeca Luiz de Freitas⁴; Silvia Carrera Austragesilo Rego⁵; José Luiz Cintra Junqueira⁶

^{1;2;3;4;5} Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, Brasil

renata.figueira@fps.edu.br

rafacds.estrella@hotmail.com

mf@fps.edu.br

rebeca@fps.edu.br

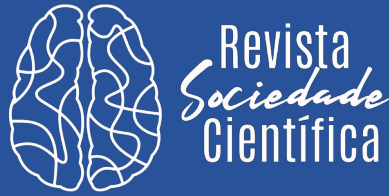
Silvia.carrera@fps.edu.br

⁶ Faculdade São Leopoldo Mandic

radioradio@slmandic.edu.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise comparativa de medidas entre modelos de gesso escaneados (Scanner 3SHAPE) e modelos obtidos por meio da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (ICAT). Foram selecionados 50 modelos de gesso, realizadas medidas mesiodistais de primeiro molar à primeiro molar, e calculada a Análise de Bolton total para modelos de gesso (padrão ouro), modelos escaneados e modelos tomográficos. O Teste estatístico ANOVA One Way seguido do pós-teste Tukey foi realizado. Observou-se diferença estatisticamente significativa entre o grupo Scanner e Tomografia ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que a medição manual com o paquímetro digital apresentou mediana (\pm desvio padrão) da Análise de Bolton de $91,28 \pm 2,13$, apresentando variáveis menores que as medições digitalizadas realizadas pelo software do scanner ($91,07 \pm 2,57$) e da tomografia ($93,22 \pm 3,36$). Conclui-se que o método utilizando o scanner para a elaboração da Análise de Bolton mostrou-se mais fidedigno em comparação à tomografia Computadorizada de feixe cônico.



Palavras-chave: Análise de modelos, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Escaneamento.

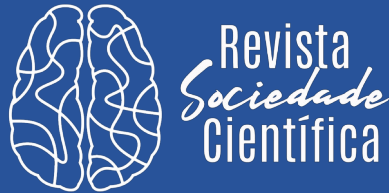
1 INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico tem como objetivos primordiais o correto alinhamento e nivelamento dos arcos dentários, uma oclusão perfeita entre os arcos superior e inferior e a obtenção de um perfil agradável. Entretanto a oclusão excelente, às vezes, não é alcançada, devido à desarmonia nas dimensões dentárias entre o arco superior e inferior [6].

As discrepâncias entre o tamanho mesiodistal dos dentes superiores e inferiores e seu efeito sobre a oclusão têm sido há muito tempo relatadas. Vários autores afirmam que discrepâncias individuais ou em grupos de dentes podem estar associadas ao surgimento de diastemas ou apinhamentos, falta de engrenamento dos dentes posteriores, alterações na sobressaliência, sobremordida e curva de Spee [17].

A análise de modelo é uma avaliação tridimensional dos arcos dentários da maxila, da mandíbula e da relação oclusal. A utilização de modelos de gesso é um passo indispensável para a obtenção do correto diagnóstico e para a determinação do plano de tratamento ortodôntico mais adequado para cada paciente [12].

O método proposto por Bolton para o diagnóstico de discrepância de tamanho dentário é, inegavelmente, um dos mais difundidos no meio ortodôntico [17]. A análise em si consiste na soma do diâmetro dos 12 dentes inferiores que é dividida pela soma do diâmetro dos 12 dentes superiores e multiplicada por 100. A proporção média obtida através desta fórmula para uma boa oclusão, bem como uma relação ideal de sobremordida e sobressaliência é de 91,3. Se a proporção exceder este valor, a discrepância se deve a um excesso de estrutura no arco inferior. Se a proporção for menor que 91,3, a discrepância se deve a um excesso de estrutura no arco superior. Uma proporção similar é feita para os seis dentes anteriores, sendo o valor ideal 77,2, mantendo-se os padrões da fórmula anterior para as arcadas superior e inferior [6].



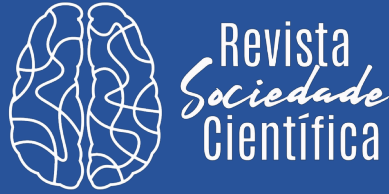
Para o cálculo da quantidade de excesso de material dentário presente, Bolton propôs a utilização de tabela na qual para cada valor de somatório maxilar (total ou anterior) tem-se um valor correspondente para a arcada mandibular. Com base nos valores, torna-se possível calcular a quantidade de excesso existente na arcada superior ou inferior de acordo com os valores encontrados para a razão total e para a razão anterior [21].

Os modelos em gesso são de fácil manuseio e constituem um dos elementos mais importantes no diagnóstico ortodôntico. Estas reproduções dos arcos dentários possuem aceitável fidelidade permitindo a observação em vários ângulos, o que não seria possível clinicamente sem causar desconforto ao paciente, sendo que por meio das análises dos modelos de estudos podem-se avaliar as condições físicas da oclusão [16].

Os modelos de estudo apesar de imprescindíveis apresentam certas limitações quanto à necessidade de locais apropriados para estocagem, aumentando a demanda por maior espaço físico no consultório, o risco de quebra causando a destruição permanente do registro do paciente e o desconforto durante a moldagem [15, 20].

Hoje com o avanço da tecnologia digital, com o advento de Scanners diretos e Indiretos e potentes Softwares pode-se utilizar modelos digitais confiáveis, permitindo ao profissional maior acesso a imagens de qualidade, possibilitando diagnósticos e procedimentos mais precisos do complexo craniofacial, auxiliando a comunicação entre profissionais, bem como com os pacientes, além de ilustrar comunicações científicas, em conferências, cursos e publicações, sendo uma excelente ferramenta para o ensino e pesquisa [4].

A Tomografia Computadorizada Feixe Cônico, torna-se alternativa acessível para análise de modelos. Com uma varredura completa nos planos axial, coronal e sagital, obtêm-se modelos digitais com todas as estruturas anatômicas necessárias para um estudo minucioso e um correto planejamento ortodôntico [4].



Diferentemente das radiografias, que projetam em um só plano todos os objetos atravessados pelos raios X, a tomografia computadorizada de feixe cônico evidencia as relações estruturais em profundidade. Uma das possibilidades de aplicação da tomografia computadorizada na Ortodontia é a observação do exato diâmetro mesiodistal dos dentes para avaliação da discrepância dente-osso [9].

Portanto, o diagnóstico por imagem e os modelos de estudo são ferramentas das mais importantes utilizadas em Ortodontia.

A importância da pesquisa foi comparar a confiabilidade do escaneamento e da tomografia para mensuração dos modelos ortodônticos na Análise de Bolton.

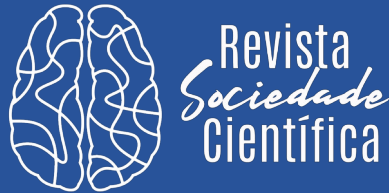
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SCANNERS DIGITAIS

Nos últimos 10 anos, o uso de sistemas de impressão digital intraoral tem crescido. As possibilidades e o potencial da impressão digital, em comparação com a abordagem convencional, podem relacionar-se a sua representação tridimensional no computador, permitindo o seu uso versátil, para a fabricação de modelos de diagnóstico e planejamento de tratamento integrado [1].

Além dos EUA e Europa, essa tecnologia chegou ao Brasil e vem trazendo grande praticidade ao cirurgião-dentista e clínicas de radiodiagnóstico, em substituição, ainda que parcial das moldagens convencionais. Otimização de tempo, conforto e comodidade ao paciente são suas maiores qualidades. O modelo digital gerado pode ser utilizado para diagnóstico, planejamento, confecção de guias e próteses [3].

Duas modalidades de sistemas encontram-se disponíveis no mercado: Os sistemas CAD/CAM e os sistemas de moldagem digital tridimensional (3D) dedicados. Scanners intraorais “leem” a anatomia bucal do paciente e geram uma imagem em 3D de sua estrutura. Esta etapa, também conhecida por varredura intraoral, gera um modelo 3D virtual da boca que é utilizado pelo profissional da área odontológica. Outra forma de gerar o modelo digital 3D é partir dos tradicionais moldes para modelos de gesso



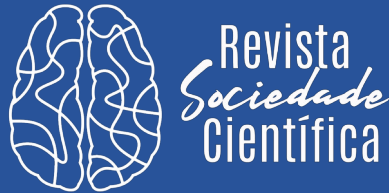
produzidos por dentistas e ortodontistas em consultórios, com a utilização das moldeiras. Tanto os moldes negativos quanto as peças de gesso podem ser digitalizados por scanners 3D tradicionais.

Zilberman et al [32] (2003) testaram a precisão da medida dos tamanhos dos dentes e largura dos arcos de modelos de gesso convencional e nos modelos digitais através do OrthoCAD (Cadente Inc, Carlstadt, NJ). Vinte setups utilizando dentes artificiais correspondentes a várias maloclusões foram criados. Impressões em alginato foram feitas e originaram 20 modelos ortodônticos de gesso e 20 modelos virtuais. Medidas mesiodistais dos dentes, bem como larguras intercaninos e intermolares foram realizadas. Os resultados mostraram que ambos os métodos tiveram níveis clinicamente aceitáveis de precisão e reprodutibilidade. No entanto, eles afirmam que modelos de gesso tiveram maior precisão e reprodutibilidade, e concluiu que os modelos digitais são aceitáveis em aplicações clínicas, mas poderiam não ser aceitáveis para pesquisa.

Santoro et al [26] (2003) avaliaram a precisão da medição do tamanho dos dentes, overbite e overjet usando modelos OrthoCAD comparado com os modelos de gesso. Dois examinadores independentes fizeram as medidas. Relataram uma diferença estatisticamente significativa para o tamanho dos dentes e sobremordida, mas as diferenças foram consideradas clinicamente insignificantes. Não houve diferença na sobressaliência entre os modelos de gesso e modelos digitais.

Rheude et al [24] (2005) compararam o uso de modelos digitais com os modelos de gesso tradicionais no diagnóstico e plano de tratamento em Ortodontia. A conclusão é de que, na vasta maioria dos casos, os modelos digitais podem ser usados com sucesso na documentação ortodôntica.

Stevens et al [29] (2006) avaliaram a análise de Bolton e suas medidas constituintes em modelos de gesso (padrão ouro) e modelos digitais com o software emodel. Modelos dentais de 24 pacientes com 8 tipos de maloclusões foram selecionados. Resultados preliminares não indicaram que modelos digitais causariam ao



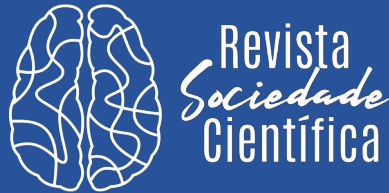
ortodontista fazer um diagnóstico diferente de má oclusão em comparação com modelos de gesso.

Redlich et al [23] (2008) mediram modelos ortodônticos digitalizados em 3D com os planos de seção transversal reconstruído por software Teledent. Observaram diferenças de 1,19 a 3 mm entre as medições de espaço feitas a partir de modelos digitais e convencionais, mostrando significativamente menos aglomerados quando se usa medições lineares a partir dos modelos digitais. Eles concluíram que a precisão das medidas lineares em modelos digitais são questionáveis, especialmente nas dentições com apinhamentos severos.

Leifert et al [13] (2009) avaliaram a precisão dos modelos digitais usando Software OrthoCAD. Mediram larguras dentárias mesiodistal e comprimentos de arco, e encontraram pequenas, mas diferenças estatisticamente significativas em algumas medições. Concluíram que, apesar dessas diferenças, modelos digitais são clinicamente aceitáveis e reprodutíveis quando em comparação com as análises em modelo tradicional.

Fleming et al [8] (2011) estudaram a validação do uso de modelos digitais para avaliar tamanho de dentes, largura dos arcos, índice de irregularidade, comprimento do arco e cortes versus medidas realizadas à mão com o auxílio do paquímetro digital em modelos de gesso. Selecionaram pesquisas em Base de dados que comparavam medidas lineares e medidas angulares. Quarenta abstracts foram considerados potencialmente relevantes. Esta avaliação confirmou que os modelos digitais oferecem uma alternativa válida para modelos de gesso, embora a evidência disponível tenha sido de qualidade variável.

Sousa et al [28] (2012), selecionaram 20 modelos de gesso com dentição permanente. As imagens em 3D foram obtidas através do scanner e analisadas usando o software Geomagic Studio 5 (Raindrop Geomagic, inc, Morrisville,NC). Medidas foram feitas com um paquímetro digital diretamente nos modelos de gesso e nos modelos digitais. Quinze pontos anatômicos foram identificados, e 11 medidas lineares foram

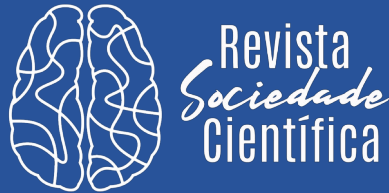


feitas para cada modelo, incluindo comprimento e largura do arco. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as medidas feitas diretamente nos modelos de gesso e nos modelos digitais.

Cuperus et al [5] (2012) determinaram a validação e reprodutibilidade de medidas em modelos estereolithografico e modelos digitais feitas com scanner intraoral. Dez crânios secos foram escaneados, e a partir deles foram obtidos modelos estereolithograficos e modelos digitais. Dois observadores mediram distâncias transversais, larguras mesiodistais dos dentes, e segmentos de arcos dos crânios secos e dos modelos. Para as medidas dos modelos esterolithograficos e modelos digitais, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, porém consideradas clinicamente insignificantes.

Kasparova et al [10] (2013), teve como objetivo comparar modelos de gesso tradicionais, modelos digitais e cópias 3D impressas de modelos de gesso com base em vários critérios. Cada 10 modelos de gesso foram digitalizados por scanner inEos Blue e impresso em impressora 3D RepRap e 3D HD3000. Medidas lineares entre pontos selecionados nos arcos dentários dos maxilares superior e inferior dos modelos de gesso e das cópias 3D foram gravados e analisados estatisticamente. As cópias impressas 3D tiveram muitas vantagens sobre os tradicionais modelos de gesso. A precisão e acurácia da impressora 3D RepRap imprimindo cópias dos modelos de gesso foram confirmadas baseadas em análises estatísticas.

Brandão et al [2] (2015), teve como objetivo avaliar a confiabilidade da análise de Bolton em modelos virtuais tridimensionais, comparando-a com a realizada em modelos de gesso. Foram 56 modelos de gesso escolhidos, as medidas manuais foram feitas utilizando-se o paquímetro digital Cen-tech® 4”, em seguida os mesmos modelos foram digitalizados pelo scanner R-700TM (3Shape®, Copenhagen, Dinamarca) e, por meio do programa Ortho AnalyzerTM, da mesma marca, foram obtidas as medidas digitais. Não havendo diferença estatisticamente significativa nos dois tipos de

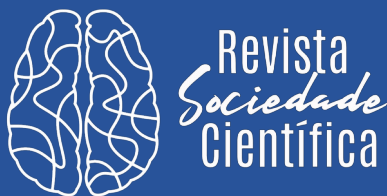


medições. Confirmando que a análise de Bolton realizada em modelos virtuais tridimensionais é tão confiável quanto a obtida em modelos de gesso.

Santana et al [25] (2022), analisou a acurácia da Discrepância de Bolton (DB) anterior e total proposta pelo programa ClinCheck®, bem como dos softwares ortodônticos Dolphin Imaging® e 3D Slicer, comparado com mensurações manuais realizados em modelos impressos tridimensionalmente. Com Cinquenta e cinco pares de modelos digitais da fase inicial de pacientes tratados com sistema Invisalign® (Align, San Jose, Califórnia, EUA). Os resultados indicaram que os três métodos evidenciaram medidas confiáveis, sendo a DB anterior ligeiramente mais confiável. Para o DB total, todos os programas pesquisados apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao método manual, embora essas diferenças não tenham implicação clínica relevante. Concluindo com resultados semelhantes aos encontrados nos estudos anteriores, em que as ferramentas disponíveis apresentam validade para aplicação no diagnóstico e planejamento ortodôntico.

2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

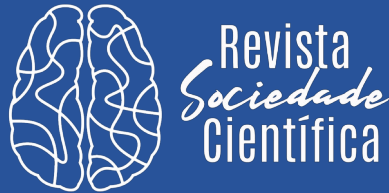
Kim et al [11] (2010) avaliaram a precisão da integração de modelos de Tomografia Computadorizada baseados em bases ósseas e do scanner a laser de modelos dentários por pontos sequenciais de superfície de contato e marcas de registro para criar um modelo digital buco-maxilo-dental. A precisão foi avaliada em crânios normais (grupo I) e indivíduos com deformidades maxilofaciais (grupo II), medindo distância entre os modelos integrados (para grupo I e II) e entre o modelo integrado final e o modelo de crânio original digitalizado por laser (para grupo I). Puderam confirmar que a integração pode ser feita com boa acurácia sem a ajuda de marcas fiduciais para o modelo composto dento-maxilo-facial a partir da diferente resolução de CT e modelos dentários.



Creed et al [4] (2011) Compararam a precisão de medidas lineares obtidas nas imagens de Tomografias Computadorizadas Cone Beam e Modelos digitais. Registros digitais de 30 indivíduos foram analisados retrospectivamente e os modelos digitais foram obtidos pelos métodos OrthoCAD e InVivoDental (San Jose, CA). Sete parâmetros indicando medidas lineares de monumentos pré-determinados foram medidos e analisados. A análise de variância e análise de Bland e Altman foram utilizadas para comparar e avaliar as medições realizadas. Os resultados deste estudo indicam que o modelo digital a partir de imagens de TCFC pode ser tão preciso quanto modelos digitais de impressões quando as dimensões lineares são consideradas.

Tarazona et al [30] (2012) avaliaram a precisão e reprodutibilidade do cálculo do Índice de Bolton usando Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico e compararam essas medidas com as obtidas a partir de modelos digitais. Foram selecionados 50 pacientes e realizados os exames tomográficos, uma vez que estavam para ser submetidos à cirurgia ortognática. Além disso, modelos de gesso de estudo foram feitos para todos eles. Concluíram que a TCFC permite determinar o Índice de Bolton com precisão e reprodutibilidade, se compararmos com medidas obtidas usando métodos digitais, obtidos, por sua vez, a partir de digitalização de modelos de gesso tradicionais. As diferenças existentes entre os dois métodos foram clinicamente aceitáveis.

Lighthouse et al [14] (2012) determinaram a acurácia de modelos digitais por Tomografia Computadorizada e compararam com os modelos digitais OrthoCAD para diagnóstico, planejamento e tratamento ortodônticos usando análise de superfície. Dois modelos digitais de maxila e mandíbula de 30 pacientes foram obtidos. Seis medidas lineares foram pré-determinadas por marcas e foram medidas e analisadas. A média de diferença obtida para as medidas lineares para modelos de maxila e mandíbula foram 0.071mm e 0.018mm, respectivamente. A acurácia de modelos digitais gerados por Tomografia Computadorizada foi adequada para diagnóstico inicial e planejamento de tratamento ortodôntico.



Wiranto et al [31] (2013) analisaram a validade, confiabilidade e reprodutibilidade das medidas lineares em modelos digitais intraorais obtidos por Tomografia Computadorizada de feixe cônico e em exames de impressões de alginato. Os resultados mostraram que tanto a digitalização intraoral da TCFC quanto a digitalização de impressões de alginato são métodos válidos e confiáveis para obter medidas reprodutíveis de elementos dentários para fins de diagnóstico.

Rangel et al [22] (2013) avaliaram a acurácia e a reabilitação de um novo método de fusão de modelos digitais e escaneamentos de Tomografia Computadorizada. Modelos de gesso de dez pacientes foram selecionados e cinco marcas de titânio foram introduzidas nos arcos superior e inferior. Medidas lineares foram realizadas nos três modelos. Os resultados mostraram que este método para integrar modelos digitais e escaneamentos de TCBC são confiáveis.

3 METODOLOGIA

Foram selecionados 50 modelos de gesso do banco de dados da Faculdade São Leopoldo Mandic, de pacientes que já haviam concluído o tratamento ortodôntico. Os critérios de inclusão e exclusão para os modelos foram:

- Foram incluídos na pesquisa modelos com coroas híbridas, todos os dentes presentes, de primeiro molar a primeiro molar, e dentição permanente.
- Foram excluídos da pesquisa modelos com dentes ausentes, destruição coronária, dentição mista, pacientes sindrômicos e modelo com alguma avaria.

3.1 DISPOSITIVO DE IMAGEM

O Escaner digital utilizado foi o 3SHAPE D500 (Fabricante 3Shape A/S, Copenhagen) que permite digitalizar modelos odontológicos e moldagens em alginato ou siliconas, em poucos minutos (50 a 55 segundos), graças à tecnologia de emissão e leitura de raios laser e um mecanismo de rotação em três eixos, aliado a tecnologia

exclusiva “Adaptive Scanning” que garante a total varredura, sem furos ou irregularidades, com resolução ímpar (20 microns).



Figura 1- Scanner Digital 3SHAPE – escaneamento do modelo de gesso para obtenção de modelos digitais.

Para a Tomografia Computadorizada de feixe cônico foi utilizado o ICAT (Imaging Sciences International, Hatfield PA, EUA) com o seguinte protocolo: 2 ARCADAS; FOV: 13 cm; 20 seg; 0,3 mm VOXEL). O FOV 13 cm foi utilizado por fazer parte do protocolo da Faculdade São Leopoldo Mandic.

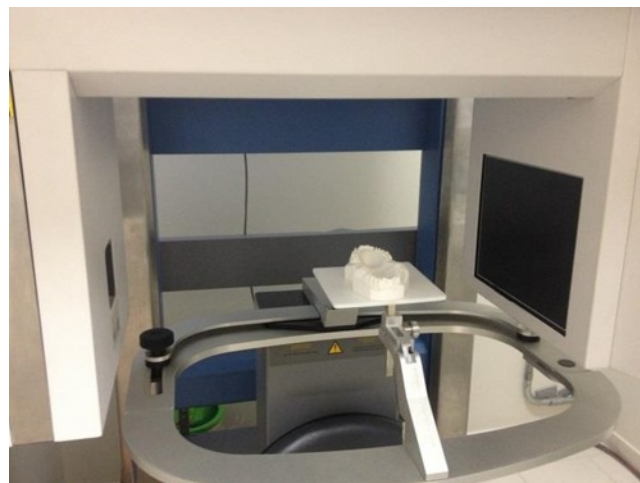


Figura 2- Tomógrafo ICAT – tomografia de modelos gesso.

3.2 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a pesquisa foram os modelos de gesso, paquímetro digital, scanner 3SHAPE e o Tomógrafo ICAT. As medidas obtidas foram armazenadas em planilhas de coletas de dados.

3.3 METODOLOGIA

Foi medido o maior diâmetro mesiodistal de todos os dentes, de primeiro molar direito a primeiro molar esquerdo, de ambas as arcadas, e em seguida calculado o valor de Bolton total que consiste na razão do somatório dos 12 dentes inferiores (de primeiro molar a primeiro molar), pelo somatório dos 12 dentes superiores (de primeiro molar a primeiro molar), multiplicado por 100, para cada modelo de gesso. Se a proporção exceder o valor 91,3 a discrepância se deve a um excesso de estrutura no arco inferior. Se a proporção for menor que 91,3, a discrepância se deve a um excesso de estrutura no arco superior.

Os modelos físicos foram mensurados com o auxílio do Paquímetro Digital (Padrão Ouro).

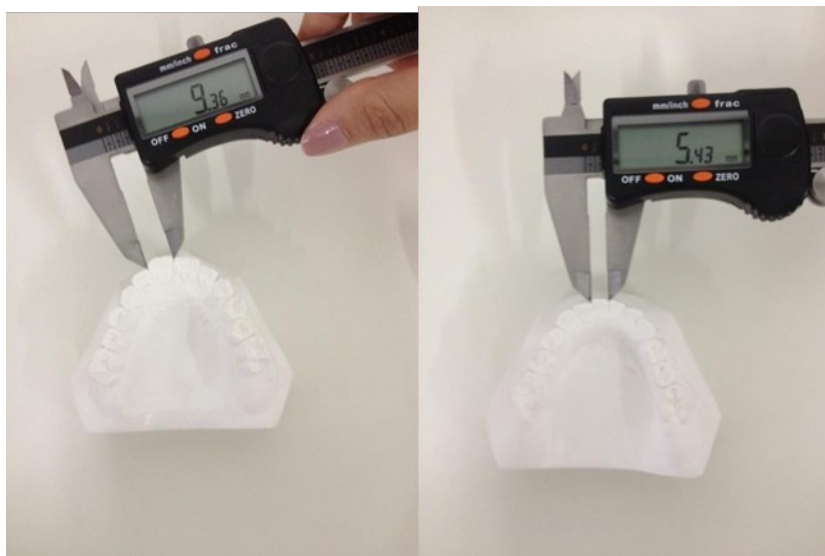


Figura 3- Aferição das medidas mesiodistais em modelos de gesso com auxílio do Paquímetro Digital (padrão ouro): a) modelo superior; b) modelo inferior.

Os modelos escaneados foram mensurados pelo software 3SHAPE ORTHO VIEWER disponível pela empresa Compass e acessível gratuitamente. O sistema é de fácil manipulação e os modelos foram movimentados e rotacionados em todos os eixos, facilitando as mensurações; as Tomografias Computadorizadas dos modelos de gesso foram importadas em formato DICOM, utilizou-se o software do ICat Vision, com o seguinte protocolo: corte axial, filtro sharpen 3x3, linha sagital mediana paralela ao solo e as ferramentas de brilho e contraste foram utilizadas conforme necessidade da avaliadora.

Essas mensurações foram efetuadas pela própria pesquisadora, que passou por treinamento prévio, e repetidas em 20% da amostra.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o teste estatístico ANOVA One Way seguido do pós-teste Tukey ($p < 0,05$) para verificar se as medidas obtidas apresentavam diferenças significantes entre os métodos utilizados para análise de modelos de Bolton.

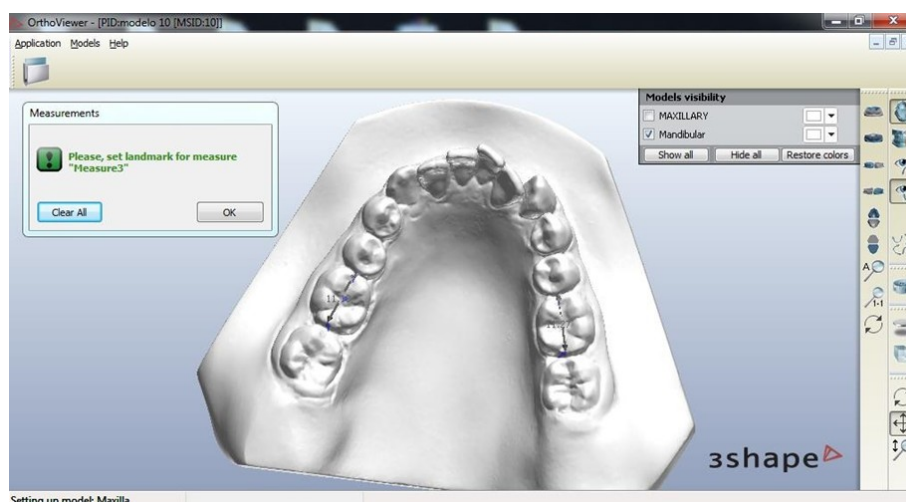


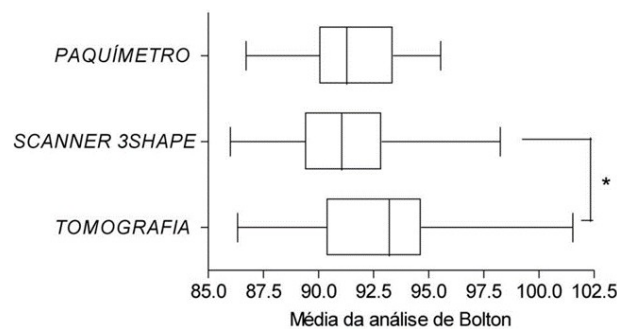
Figura 4- Software 3Shape Ortho Viewer.

4 RESULTADOS

Os resultados demonstraram que a medição manual nos modelos de gesso com o paquímetro digital (padrão ouro) apresentou mediana (\pm desvio padrão) da Análise de Bolton foi $91,28 \pm 2,13$, apresentando variáveis menores que as medições digitalizadas pelo scanner ($91,07 \pm 2,57$) e pela tomografia ($93,22 \pm 3,36$) (Quadro 1).

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre o grupo scanner e tomografia ($p < 0,05$) utilizando o teste estatístico ANOVA One Way seguido do pós-teste Tukey (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Análise de Bolton avaliada por três metodologias: a) paquímetro digital; b) Scanner e; c) Tomografia.



ANOVA One Way seguido do pós-teste Tukey (O símbolo * indica $p < 0,05$).

Diante dos resultados, pode-se sugerir que o método utilizando o scanner para a elaboração da Análise de Bolton mostrou-se mais fidedigno em comparação à tomografia. A mediana dos dados da tomografia (93,22) forneceu uma análise de Bolton resultando em excesso de estrutura no arco inferior (valores $> 91,3$), enquanto a mediana do paquímetro (padrão ouro) foi 91,28, resultando e discreto excesso de estrutura no arco superior (valores $< 91,3$). As demais variáveis avaliadas estão demonstradas no quadro 1.

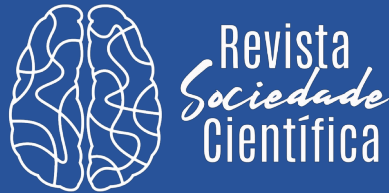
Quadro 1 – Variáveis avaliadas das três metodologias

	PAQUÍMETRO	SCANNER 3SHAPE	TOMOGRAFIA
Número de amostras	50	50	50
Valor mínimo	86,72	86,01	86,33
Mediana	91,28	91,07	93,22
Valor máximo	95,54	98,25	101,5
Média	91,60	91,19	92,86
Desvio padrão	2,136	2,573	3,362
Erro padrão	0,3021	0,3639	0,4755
95% inferior CI	90,99	90,46	91,90
95% superior CI	92,21	91,92	93,81

Pode-se observar que o valor máximo encontrado para os modelos de gesso aferidos com o paquímetro digital (padrão ouro) foi 95,54. Sendo menor que o valor máximo encontrado para os modelos escaneados (98,25) e para as tomografias dos modelos (101,5). Já os valores mínimos encontrados foram muito próximos: modelos de gesso medidos com o paquímetro 86,72, modelos escaneados 86,01 e modelos tomográficos 86,33.

5 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Algumas vantagens dos métodos digitais, em relação ao manual, estão normalmente o menor tempo gasto com as técnicas digitais, e a eliminação da

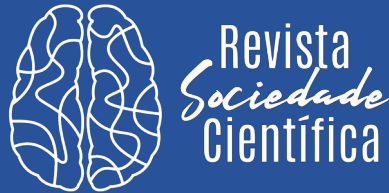


necessidade de estocar os modelos de gesso, pois os arquivos são virtuais, facilitando o acesso ao registro diagnóstico a partir de outras localidades. Esta pesquisa entra em concordância com estes estudos, pois o tempo gasto para realizar as medidas, através dos métodos digitais, foi inferior ao tempo gasto quando realizadas as medidas com o paquímetro digital [7, 32].

Dentre as desvantagens encontradas, a falta de manuseio dos modelos e o tempo necessário para aprender como usar o sistema foram as mais citadas [26]. Nesta pesquisa, não foram encontrados problemas em relação ao manuseio de modelos, uma vez que os softwares digitais utilizados permitem rotações e movimentações dos modelos digitais em todos os sentidos.

De acordo com Santoro et al [26] (2003), os grupos dos modelos de gesso e modelos digitais mostraram diferenças nas medidas das larguras dos dentes. As medidas realizadas através do OrthoCAD foram sempre menores quando comparadas às realizadas pelo paquímetro digital. Os resultados obtidos mostraram diferenças estatisticamente significativas, porém clinicamente aceitáveis. Nesta pesquisa, os resultados obtidos apresentaram diferenças, porém concordam com o estudo anterior em que a média da análise de Bolton para modelos digitais foi menor do que a do paquímetro digital (padrão ouro).

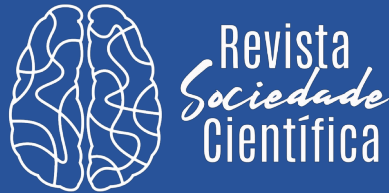
Stevens et al [29] (2006), avaliaram a precisão, reabilitação e reprodução de análises de Bolton feitas em modelos digitais e modelos de gesso. Embora tenham encontrado diferenças estatisticamente significativas para algumas medidas dos modelos digitais via média das diferenças absolutas de medidas repetidas, nenhuma foi clinicamente significativa e concluiu-se que modelos digitais é uma alternativa aceitável para planejamento do tratamento e diagnóstico. Santana et al [25] (2022), avaliaram o desempenho diagnóstico da Análise da Discrepância de Bolton (DB) anterior e total proposta pelo programa ClinCheck®, bem como dos softwares ortodônticos Dolphin Imaging® e 3D Slicer, comparado com mensurações manuais realizados em modelos impressos tridimensionalmente. Os resultados indicaram que os três métodos



evidenciaram medidas confiáveis ($ICC \geq 0,7$), sendo a DB anterior ligeiramente mais confiável. No entanto, apenas as medidas da DB anterior realizadas pelo ClinCheck e Dolphin Imaging® foram acuradas ($p > 0,5$, sem viés de proporção). Para o DB total, todos os programas pesquisados apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao método manual ($p < 0.001$), embora essas diferenças não tenham implicação clínica relevante. Outros trabalhos realizados [8, 13, 26] que compararam medidas lineares realizadas com modelos OrthoCAD derivados e modelos convencionais, demonstraram reprodutibilidade aceitável. Nossos resultados apoiam suas conclusões, pois não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os resultados da Análise de Bolton realizados com paquímetro digital e o Scanner 3SHAPE.

Mullen et al [18] (2007) determinaram a acurácia e a velocidade das medidas do comprimento dos arcos para relação de Bolton total, e o tempo para executar a análise de Bolton para cada paciente usando software emodel comparado com medidas realizadas pelo paquímetro digital em modelos de gesso. Foi encontrada uma diferença significativa nos cálculos dos comprimentos dos arcos entre os dois métodos, mas ficou dentro da faixa de erro aceitável pelo estudo e foi considerado clinicamente insignificante. Neste estudo também foram encontradas diferenças nos comprimentos dos arcos entre os três métodos utilizados para realizar a análise de Bolton, porém houve diferença estatisticamente significativa apenas para o método da Tomografia Computadorizada dos modelos de gesso, uma vez que, quando obtidos os valores da análise de Bolton, foram encontrados excesso no arco superior ($93,22 > 91,3$), ao contrário dos valores obtidos pelo método tradicional do paquímetro digital ($91,28$) e pelo método do scanner 3SHAPE ($91,07$) onde se encontra excesso no arco inferior.

No geral, a discrepância média entre medidas baseadas em modelos digitais e modelos de gesso foi baixa. As diferenças encontradas em todos os estudos são clinicamente aceitáveis. Este achado foi corroborado por estudos que demonstraram

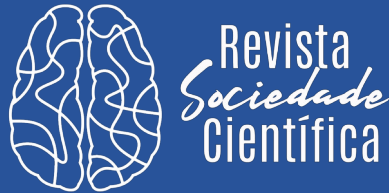


excelentes concordâncias de plano de tratamento baseados em modelos digitais e modelos de gesso [24].

A Tomografia Computadorizada recebeu uma atenção como novo padrão de diagnóstico e instrumento capaz de representar com precisão a posição de ossos mandibulares. Não obstante, este método também tem limitações, nisso, como telerradiografia, até mesmo a imagem de resolução da Tomografia Computadorizada mais alta não pode descrever com exatidão o estado dos dentes ou sua oclusão [11, 27]. Através dos resultados obtidos, nesta pesquisa, com as Tomografias dos modelos de gesso, em que houve diferença significativa quando comparado ao padrão ouro, podemos concordar com o autor, uma vez que a não precisão nos formatos dos dentes gerou erro de medição, e conseqüentemente, discordância nos resultados encontrados. Além disso, os pacientes em tratamento com braquetes ortodônticos ou restaurações metálicas, artefatos metálicos são observadas nas imagens como um resultado do efeito de dispersão radiográfica, tornando- o ainda mais difícil de compreender a forma dos dentes ou seu estado de oclusão [19].

Lighthouse et al [14] (2012) através da análise de superfície do OrthoCAD e modelos digitais gerados de Tomografia Computadorizada demonstraram que a diferença linear média entre as áreas de superfícies variaram entre 0,28 mm e 0,61 mm. No estudo de Creed et al [4] (2011) a diferença média entre modelos InvivoDental e modelos OrthoCAD alcançaram -0,57 a 0,44 mm. Os resultados obtidos para ambos os trabalhos demonstraram alto nível de precisão quando comparados medidas lineares de TCBC com os modelos OrthoCAD.

Uma limitação do trabalho de Creed et al [4] (2011) foi que medidas usadas foram lineares e realizadas entre pontos anatômicos e não do tamanho físico dos dentes em 3D. Neste trabalho, percebemos que os resultados obtidos para análise de Bolton dos modelos de gesso e modelos obtidos através da Tomografia Computadorizada não se mostraram fidedignos quando comparados. Provavelmente, pelo fato de, neste estudo, termos adquirido modelos digitais através da TCBC de modelos de gesso, e o resultado



final para estudo não ter a mesma qualidade de imagem de quando realizada em pacientes.

Wiranto et al [31] (2013) perceberam que as relações total e anterior de Bolton dos dois tipos de modelos digitais diferiram significativamente do padrão ouro ($p < 0,05$). Contudo as diferenças nunca excederam 1,5 mm. No estudo de Tarazona et al [30] (2012) pequenas diferenças entre as análises de Bolton anterior e total mostraram que elas não são idênticas. Porém, em ambos os estudos, as diferenças foram clinicamente aceitáveis e perceberam que apesar dos dois métodos serem semelhantes, eles não são idênticos, de modo que a TCBC tem que ser perfeita para ser usada na análise do índice de Bolton.

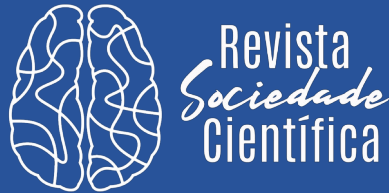
As vantagens da Tomografia Computadorizada também devem ser avaliadas no que diz respeito ao custo adicional quando comparada com registros de radiografias tradicionais. Além disso, o uso de TCBC expõe o paciente à radiação ionizante. Por fim, a TCBC não é indicada para todos os pacientes ortodônticos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

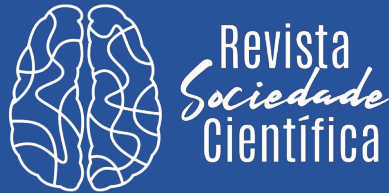
A Análise de Bolton realizada nos modelos digitais do SCANNER 3SHAPE quando comparada à realizada nos modelos submetidos pela Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, mostrou-se mais fidedigno. O SCANNER 3SHAPE permite determinar com acurácia e reprodutibilidade a Análise de Bolton.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

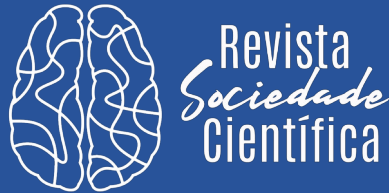
- [1] Albdour A, Shaheen E, Vranckx M, Magnato F, Politis C, Jacobs R. **A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions**. BMC Oral Health, ISSN: 1472-6831, 18:117, 2018.
- [2] Brandão MM, Sobral MC, Vogel CJ. **Reliability of Bolton analysis evaluation in tridimensional virtual models**. Dental Press J Orthod, v. 20, n. 5, p. 72-7, 2015.



- [3] Carvalho TCASG. **Comparação de eficácia do método de análise de modelos, realizados de forma digital e convencional.** São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia, 2020.
- [4] Creed B, Kau CH, English J, Xia JJ, Lee RP. **A comparison of the accuracy of linear measurements obtained from cone beam computerized tomography images and digital models.** Semin Orthod. PMID: 26568670 v. 17, n. 1, p. 49-56, 2011.
- [5] Cuperus R, Prejudica C, Rangel A, Bronkhorst M, Schols GJH, Breuning K. **Dental models made with an intraoral scanner: A validation study.** American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, ISSN 0889-5406, v. 142, n. 3, p. 308-313, 2012.
- [6] Facholli AFL, Nascimento JE, Sato FRL, Sato K. **Apresentação de um programa de computador para calcular a discrepância de tamanho dentário de Bolton.** Dental Press Ortodon Ortop Facial. v.11, n.2, p. 55-62, 2006.
- [7] Felício LG, Ruellas ACO, Bolognese AM, Sant'Anna EF, Araújo MTS. **Análise de dentição mista: Tomografia versus predição e medida radiográfica.** Dental Press J Orthod. v. 15, n. 5, p. 159-165, 2010.
- [8] Fleming PS, Marinho V, Johal A. **Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review.** Orthod Craniofac Res. v. 14, n. 1, p. 1-16, 2011.
- [9] Garib DG, Raymundo R Jr, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. **Tomografia Computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com aplicabilidade na Ortodontia.** R Dental Press Ortop Ortop Facial. v. 12, n. 2, p. 139-56, 2007.
- [10] Kasparova, M, Grafova, L, Dvorak P, Dostalova T, Prochazka A, Eliasova H, Prusa J, Kakawand S. **Possibility of reconstruction of dental plaster cast from 3D digital study models.** Biomedical Engineering Online. ISSN: 1475-925X, v. 12, n. 49, 2013.
- [11] Kim BC, Lee CE, Park W, Kang SH, Zhengguo P, Yi CK, Lee SH. **Integration accuracy of digital dental models and 3-dimensional computerized tomography images by sequential point- and surface-based markerless registration.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. PMID: 20591700, v. 110, n. 3, p. 370-8. 2010.
- [12] Leal RC, Tanque LN, Gouveia SAS, Carmadella EG. **Análise de modelos: uma revisão da literatura.** Rev. Clin. Ortodon. Dental Press. v. 5, n. 1, p. 64-76, 2006.



- [13] 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. PMID: 19577140, v. 136, n. 16, p. 1-4, 2009.
- [14] Leighheart KG, English JD, Kau CH, Akyalcin S, Bussa HIJ, McGrory KR, McGrory KJ. **Surface analysis of study models generated from OrthoCAD and cone-beam computed tomography imaging.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. PMID: 22640670, v. 141, n. 6, p. 686-93, 2012.
- [15] Machado AW, Souki BQ. **Simplificando a obtenção e a utilização de imagens digitais - scanners e câmeras digitais.** R Dental Press Ortodon Ortop Facial, v. 9, n. 4, p. 133-156, 2004.
- [16] Matsui RH, Ortolani CLF, Castilho JCM, Costa C. **Análise de modelos ortodônticos pelo método digitalizado.** Rev Inst Ciênc Saúde. v. 25, n. 3, p. 285-90, 2007.
- [17] Motta ATS, Rodrigues S, Quintão CCA, Capelli JR J. **Análise da discrepância de tamanho dentário em pacientes da Clínica de Ortodontia da FO/UERJ.** R Dental Press Orthod Ortop Facial. v. 9, n. 3, p. 83-90, 2004.
- [18] Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. **Accuracy of space analysis with emodels and plaster models.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. PMID: 17826603, v. 132, n. 3, p. 346-52, 2007.
- [19] Nkenke E, Zachow S, Benz M, Maier T, Veit K, Kramer M, et al. **Fusion of computed tomography data and optical 3D images of the dentition for streak artefact correction in the simulation of orthognathic surgery.** Dentomaxillofac Radiol. PMID: 15533975, v. 33, n. 4, p. 226-32, 2004.
- [20] Oliveira AT. Aplicações da tomografia computadorizada cone beam em ortodontia: revisão de literatura. Rio de Janeiro (RJ): Marinha do Brasil, 2007.
- [21] Pizzol KEDC, Gonçalves JR, Santos-Pinto A, Peixoto AP. **Análise de Bolton: uma proposta alternativa para a simplificação de seu uso.** D Press J Orthod. v. 16, n. 6, p. 69-77, 2011.
- [22] Rangel FA, Maal TJ, Bronkhorst EM, Breuning KH, Schols JG, Bergé SJ, Kuijpers-Jagtman AM. **Accuracy and Reliability of a Novel Method for Fusion of Digital Dental Casts and Cone Beam Computed Tomography Scans.** Plos ONE. PMID: 23527111, v. 8, n. 3, e59130, 2013.
- [23] Redlich M, Weinstock T, Abed Y, Schneor R, Holdstein Y, Fischer A. **A new system for scanning, measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor.** Orthod Craniofac Res. PMID: 18416750, v. 11, n. 2, p. 90-5, 2008.
- [24] Rheude B, Sadowsky PL, Ferriera A, Jacobson A. **An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning.** Angle Orthod. PMID: 15898364, v. 75, n. 3, p. 300-4, 2005.



Publicado em 18 de dezembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [25] Santana TT. **Acurácia da análise da discrepância de Bolton proposta por método manual e digital com softwares ortodônticos.** Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2022.
- [26] Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay O, Cangialosi TJ. **A comparison of measurements made on digital and plaster models.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. PMID: 12867904, v. 124, n. 1, p. 101-5, 2003.
- [27] Santler G. **The Graz hemisphere splint: a new, precise, noninvasive method of replacing the dental arch of 3D-models by plaster models.** J Craniomaxillofac Surg. PMID: 9702636, v. 26, n. 3, p. 169-73, 1998.
- [28] Sousa MVS, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pizan A. **Accuracy and Reproducibility of 3- dimensional digital model measurements.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. PMID: 22858338, v. 142, n. 2, p. 269-273, 2012
- [29] 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. PMID: 16769498, v. 129, n. 6, p. 794-803, 2006.
- [30] Tarazona B, Llamas JM, Cibrián R, Gandía JL, Paredes V. **Evaluation of the validity of the Bolton Index using cone-beam computed tomography (CBCT).** Med Oral Patol Oral Cir Bucal. PMID: 22549690, v. 17, n. 5, p. e878–e883, 2012.
- [31] Wiranto MG, Engelbrecht WP, Nolthenius HET, 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.** A J Orthod Dentofacial Orthop. PMID: 23273370, v. 143, n. 1, p. 140-147, 2013.
- [32] 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.** Angle Orthod. PMID: 12828439, v. 73, n. 3, p. 301-6, 2003.