

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Ana Clara Titoneli Abreu

**Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas
em modelos digitais e em modelos reais**

Juiz de Fora
2022

Ana Clara Titoneli Abreu

**Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas
em modelos digitais e em modelos reais**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado à Disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso da Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal de Juiz
de Fora, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral

Coorientador: Prof. Dr. Sergio Luiz Mota Júnior

Juiz de Fora

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia

Ana Clara Titoneli Abreu

Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas em modelos digitais e em modelos reais.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal
de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do
título de Cirurgião-Dentista.

Aprovado em 01 de setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Bruno Sales Sotto-Maior

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Márcio José Silva Campos

Universidade Federal de Juiz de Fora



Documento assinado eletronicamente por **Robert Willer Farinazzo Vitral, Professor(a)**, em 01/09/2022, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Salles Sotto Maior, Professor(a)**, em 01/09/2022, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Jose da Silva Campos, Professor(a)**, em 01/09/2022, às 18:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0909862** e o código CRC **8E7D1C99**.

Dedico este trabalho aos que
deram os primeiros passos por
mim: minha família.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pelos cursos que não fiz, pelas cidades em que não vivi, pelas aprovações que não vieram ao meu tempo.

Agradeço a Deus pelas histórias que não existiram e pelas histórias que poderei contar com propriedade.

Porque foram as frustrações dos meus projetos que permitiram os projetos de Deus.

Porque não ter o controle me fez entregar o controle que não tinha a quem tudo podia fazer.

Então, Deus me deu ideias, coragem e amigos para realizá-las. Então, Deus me deu família, um amor, algumas cidades e universidades para chamar de casa.

Então, Deus me apresentou uma profissão apaixonante, profissionais inspiradores e pacientes que fizeram e fazem tudo valer a pena.

Agradeço profundamente a cada um de vocês!

“Para ser grande, sê inteiro: nada

Teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa. Põe quanto és

No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda

Brilha, porque alta vive.”

Ricardo Reis

TITONELI, A. C. **Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas em modelos digitais e em modelos reais.** Juiz de Fora (MG), 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

RESUMO

Considerando o advento da tecnologia CAD/CAM como marco evolutivo na história da Ortodontia e a necessidade da prática clínica fundamentada em evidência científica, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas em modelos digitais e diretamente na boca dos pacientes. Foram utilizados 20 indivíduos com dentição permanente completa, que originaram os dois grupos estudados, sendo o Grupo 1 formado pelos modelos digitais e o Grupo 2 formado pelos modelos reais, representado pela boca dos pacientes. Realizou-se medições intermolares, interpré-molares, intercaninos, cérvico-incisal de incisivos, cérvico-incisal de caninos, cérvico-oclusal de pré-molares superiores e inferiores nos modelos estudados. Os modelos reais foram medidos com paquímetro digital. Os modelos digitais foram medidos com ferramentas de medições no *Software NemoCast*. Os dois grupos foram medidos por 2 operadores, que apresentaram CCI = 0,995, mostrando grande concordância entre as medições nos dois grupos, que foram avaliados estatisticamente. Para a comparação entre os grupos foi feito o teste Bland-Altman, que mostrou concordância entre as medições digitais e os modelos reais. Na comparação entre os grupos foi observado que não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), o que mostra que os modelos digitais e modelos reais foram considerados concordantes entre si. Os modelos digitais apresentaram precisão satisfatória na avaliação de medidas lineares horizontais e verticais, sendo concordantes com as respectivas medidas reais obtidas diretamente na boca dos indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Confiabilidade dos Dados, Ortodontia, Tecnologia dental.

TITONELI, A. C. Assessment of the agreement of linear horizontal and vertical measures obtained in digital models and in real models. Juiz de Fora (MG), 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ABSTRACT

Considering the advent of CAD/CAM technology as an evolutionary milestone in the history of Orthodontics and the need for clinical practice based on scientific evidence, the objective of this research was to evaluate the agreement of horizontal and vertical linear measurements obtained in digital models and directly in the mouth of patients. Twenty individuals with complete permanent dentition were used, which originated the two groups studied, with Group 1 formed by digital models and Group 2 formed by real models, represented by the mouth of the patients. Intermolar, interpremolar, intercanine, incisor cervico-incisal, canine cervico-incisal, and maxillary and mandibular premolar cervico-occlusal measurements were performed in the models studied. The real models were measured with a digital caliper. Digital models were measured with measurement tools in NemoCast Software. The two groups were measured by 2 operators, who presented ICC = 0.995, showing great agreement between the measurements in the two groups, which were statistically evaluated. For comparison between groups, the Bland-Altman test was performed, which showed agreement between digital measurements and real models. When comparing the groups, it was observed that there was no statistically significant difference ($p > 0.05$), which shows that the digital models and real models were considered to be in agreement with each other. The digital models showed satisfactory accuracy in the evaluation of horizontal and vertical linear measurements, being in agreement with the respective real measurements obtained directly from the individuals' mouths.

KEYWORDS: Data Accuracy, Orthodontics, Technology Dental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Imagem da função “*3d Measurements*” utilizada para a medição digital.

FIGURA 2: Imagem das medidas horizontais em um modelo digital superior.

FIGURA 3: Imagem da medida vertical do primeiro pré-molar superior esquerdo em um modelo digital.

GRÁFICO 1: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas avaliadas.

GRÁFICO 2: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas horizontais avaliadas.

GRÁFICO 3: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas verticais avaliadas.

QUADRO 1: Medidas, siglas e descrição das medidas utilizadas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D: Tridimensional

CAD/CAM: Computer-aided design/computer-aided manufacturing

CCI: Coeficiente de Correlação Intra-classe

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela das N medidas dos modelos digitais e reais, média da diferença entre as medições digital e real de cada medida, Desvio Padrão e Erro Padrão da Média.

Tabela 2: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

Tabela 3: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias.

Tabela 4: Tabela das N medidas horizontais dos modelos digitais e reais, média da diferença entre as medições digital e real de cada medida, Desvio Padrão e Erro Padrão da Média.

Tabela 5: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

Tabela 6: Tabela das N medidas verticais dos modelos digitais e reais, média da diferença entre as medições digital e real de cada medida, Desvio Padrão e Erro Padrão da Média.

Tabela 7: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

Tabela 8: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias horizontais.

Tabela 9: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias verticais.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 PROPOSIÇÃO.....	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 ESCANEAMENTO INTRAORAL.....	15
3.2 MODELOS DIGITAIS.....	16
3.3 SCANNERS E ORTODONTIA.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
5 RESULTADO.....	22
6 DISCUSSÃO.....	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A utilização de modelos das estruturas bucais é passo indispensável para a realização do correto diagnóstico e para a determinação do plano de tratamento ortodôntico adequado a cada paciente. A análise de modelos permite avaliar as condições oclusais de cada indivíduo, sem interferência dos tecidos moles da boca, facilitando o estudo do caso. Dessa forma, permite que o ortodontista melhor compreenda os problemas a serem corrigidos, as dificuldades específicas de cada tratamento e, ainda, as possíveis mecânicas ortodônticas a serem empregadas durante a correção da maloclusão (Oliveira et al, 2007).

Os modelos de estudo de gesso são tradicionalmente usados na Ortodontia. Apesar de imprescindíveis, eles apresentam limitações como a necessidade de locais apropriados para sua estocagem, fato que resulta no aumento da demanda por maior espaço físico no consultório. Outra limitação relaciona-se à dificuldade do estudo de suas informações à distância, já que muitos pacientes requerem abordagem multidisciplinar, que exige comunicação entre profissionais até mesmo em cidades distintas. Nestes casos, os modelos de gesso têm de ser duplicados e enviados ao outro profissional, aumentando o custo do trabalho e o tempo de espera para troca de informações necessárias ao planejamento ideal do tratamento (Oliveira et al, 2007). Além disso, os modelos de gesso não se mantêm íntegros a longo prazo devido a problemas de quebra e degradação, culminando em perda de informações. Ainda, a moldagem convencional depende do operador e apresenta várias etapas sensíveis que podem contribuir para diminuir a precisão (Rossini et al, 2016).

O escaneamento intraoral incorre em menos repetições, menor tempo na cadeira, maior conforto do paciente e possui precisão digital. No que diz respeito aos modelos digitais, a precisão, a rapidez para obtenção dos dados de diagnóstico, a facilidade de armazenamento das informações e a possibilidade de se dividir as informações via *internet* com outros profissionais, em qualquer lugar e a qualquer hora, são apontadas como as principais vantagens dessa nova abordagem de diagnóstico (Oliveira et al, 2007).

Segundo Barreto et al (2016) os modelos digitais permitem rever diferentes opções de tratamento ortodôntico que podem ser compartilhadas com outros ortodontistas e profissionais de saúde para trocar informações sobre o tratamento. Da

Cunha, Barbosa e Palma (2021) acrescentam que, o fato de eliminar etapas clínicas e laboratoriais, diminui o tempo de tratamento ortodôntico, favorecendo maior conforto ao paciente, além de melhor precisão e previsibilidade do tratamento.

Segundo Fleming et al (2011) a confiabilidade da utilização de modelos digitais devia ser estudada para permitir a utilização desta tecnologia com segurança na Ortodontia.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas em modelos digitais e diretamente na boca dos pacientes para analisar se são dois métodos concordantes entre si.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ESCANEAMENTO INTRAORAL

A digitalização obtida através do escaneamento intraoral é precisa e simples de realizar, causa pouco desconforto aos pacientes e elimina a necessidade de manter estoques de material de moldagem, permitindo, assim, virtualizar os arcos dentários do paciente, que possibilita realizar, com auxílio de *softwares*, todo diagnóstico e planejamento, eliminando a necessidade do modelo de gesso (Loiola et al, 2019).

O objetivo do escaneamento intraoral é gerar uma imagem tridimensional. Através da aquisição de centenas de imagens, o *scanner* coleta informações sobre a distância de cada ponto da superfície do objeto. Durante o escaneamento, cada ponto na superfície atingido pelo feixe de luz é registrado pela câmera e as coordenadas tridimensionais são armazenadas na memória do computador que executa o escaneamento. As imagens são obtidas de diferentes ângulos e a cada tomada são parcialmente sobrepostas umas às outras para obter uma reconstrução completa e precisa do modelo digitalizado, envolvendo assim toda a sua superfície. A localização espacial dos pontos é definida por suas coordenadas, e essas são usadas para a reconstrução digital no computador que está sendo digitalizado, obtendo o modelo 3D completo do objeto (Medina; Pascual; Camps, 2018).

Há vários modos de funcionamento de um *scanner* para a obtenção da imagem tridimensional digital das estruturas bucais do paciente. As tecnologias de câmeras variam consideravelmente e a aquisição de pontos para formar imagem é realizada de maneira variada, podendo ser por triangulação, projetando feixes de luz, imagens confocais paralelas ou vídeo estereofotogramétrico (Lecocq, 2016).

Além dos diferentes modos técnicos de funcionamento dos vários *scanners*, um caminho de digitalização correto é decisivo para resultados do escaneamento bem sucedidos na captura de dado. O caminho de varredura do *scanner* intraoral é o padrão de movimentação específico durante o procedimento, fazendo com que todo o volume de dados seja eficiente, sendo necessário atravessar todas as estruturas e por fim voltar ao ponto inicial da varredura, o que garante que as imagens individuais geradas pelo sistema óptico sejam sobrepostas com precisão suficiente obtendo maior precisão do modelo virtual (Zimmermann; Mehl; Reich, 2015). O ambiente

intraoral apresenta regiões com inclinações acentuadas e de difícil acesso, necessitando de estratégias particulares do sistema do *scanner*. Em contraste com a tomada de moldagem convencional, uma repetição da varredura pode ser limitada apenas à área que sofreu deformações, a área afetada é simplesmente cortada digitalmente e redigitalizada (Zimmermann; Mehl; Reich, 2015).

3.2 MODELOS DIGITAIS

As vantagens dos modelos digitais incluem mais facilidade no armazenamento, uma vez que não há necessidade de espaço físico para os registros, facilitam a recuperação e compartilhamento de informações com laboratórios protéticos e simplificam a comunicação entre profissionais em tratamentos multidisciplinares, contribuindo também para melhor gestão na prática profissional (Burzynski et al, 2018; Moreira et al, 2014; Fleming et al, 2011; Oliveira et al, 2007). Estas vantagens permitem maior versatilidade diagnóstica, transferência facilitada e durabilidade superior. Os modelos digitais podem ser usados para visualização, bem como para medições digitais usando *software* próprio (Moreira et al, 2014; Fleming et al, 2011; Oliveira et al, 2007).

A tecnologia CAD/CAM (*Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*) baseia-se em três componentes fundamentais: sistema de leitura dentária (escaneamento), *software* de desenho das estruturas (CAD) e sistema de fresagem das estruturas (CAM). A imagem 3D gerada é transferida para um computador, no qual o programa CAD do sistema permite realizar o desenho da estrutura e, posteriormente, executada na máquina de fresagem do mesmo sistema (CAM). Em resumo, os sistemas CAD/CAM apresentam três etapas: obtenção dos dados, chamada de escaneamento (óptica mecânica ou laser); *software* para elaboração dos dados obtidos; produção da peça no material desejado em máquina automática seguindo as informações do *software* (CORREIA et al, 2006).

3.3 SCANNERS NA ORTODONTIA

Segundo Brown et al (2015), o sistema assistido por computador e auxiliado pela fabricação tem sido um foco de pesquisa desde a década de 1980 para minimizar

o erro humano na Odontologia. As aplicações odontológicas com CAD/CAM se expandiram nos últimos anos, a tecnologia está difundida entre as especialidades odontológicas. O uso atual da ferramenta na Ortodontia inclui auxílios para diagnóstico e planejamento, terapias com alinhadores, tratamento com sistemas linguais através da confecção de bráquetes individualizados, aparelhos funcionais, entre outros (Brown et al, 2015; Mortadi et al, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora sob o parecer 5.233.329.

A amostra foi composta por 20 indivíduos, que aceitaram participar voluntariamente (assinaram termo de consentimento livre e esclarecido). Os critérios de inclusão foram apresentar todos os dentes permanentes irrompidos (exceto terceiros molares), não apresentar desgastes severos nos elementos dentários, ter mais de 18 anos e não apresentar anormalidade de forma dos elementos dentários. Estes indivíduos foram abordados no momento da consulta inicial e então convidados a participar da pesquisa.

Uma pesquisadora realizou a medição com paquímetro digital (799, Starrett Ind. e Com. LTDA Itu, SP, Brasil) de 10 medidas lineares horizontais e 10 medidas verticais (Quadro 1) diretamente no paciente, esta amostra foi denominada modelo real. As medidas foram anotadas no *software* Excel (Microsoft® Excel para Mac, Redmond, Washington, EUA). Todas as medidas foram obtidas duas vezes com intervalo de 30 dias entre elas para a avaliação do erro de método pela realização do CCI (Coeficiente de Correlação Intraclasse). Esta etapa não atrasou o início do tratamento ortodôntico, pois é o tempo médio para que a documentação ortodôntica seja providenciada.

Tipo de medida	Medida	Sigla	Descrição
Horizontal	Inter 1º Molar Superior	I1MS	Distância entre as pontas de cúspides mesio-vestibulares dos primeiros molares superiores
	Inter 2º Molar Superior	I2MS	Distância entre as pontas de cúspides mesio-palatinas dos segundos molares superiores
	Inter 1º Pré-molar Superior	I1PMS	Distância entre as pontas de cúspides vestibulares dos primeiros pré-molares superiores
	Inter 2º Pré-molar Superior	I2PMS	Distância entre as pontas de cúspides palatinas dos primeiros pré-molares superiores
	Inter Canino Superior	ICS	Distância entre a ponta de cúspide dos caninos superiores
	Inter 1º Molar Inferior	I1MI	Distância entre as pontas de cúspides mesio-vestibulares dos primeiros molares inferiores
	Inter 2º Molar Inferior	I2MI	Distância entre as pontas de cúspides disto-linguais dos segundos molares inferiores

	Inter 1º Pré-molar Inferior	I1PMI	Distância entre as pontas de cúspides vestibulares dos primeiros pré-molares inferiores
	Inter 2º Pré-molar Inferior	I2PMI	Distância entre as pontas de cúspides vestibulares dos primeiros pré-molares inferiores
	Inter Canino Inferior	ICI	Distância entre a ponta de cúspide dos caninos inferiores
Vertical	Altura Incisivo Central Superior Direito	AICSD	Altura no longo eixo da coroa do incisivo central superior direito
	Altura Incisivo Lateral Superior Esquerdo	AILSE	Altura no longo eixo da coroa do incisivo lateral superior esquerdo
	Altura Canino Superior Direito	ACSD	Altura no longo eixo da coroa do canino superior direito
	Altura 1º Pré-Molar Superior Esquerdo	A1PMSE	Altura no longo eixo da coroa do 1º pré-molar superior esquerdo
	Altura 2º Pré-Molar Superior Esquerdo	A2PMSE	Altura no longo eixo da coroa do 2º pré-molar superior esquerdo
	Altura Incisivo Central Inferior Direito	AICID	Altura no longo eixo da coroa do incisivo central inferior direito
	Altura Incisivo Lateral Inferior Esquerdo	AILIE	Altura no longo eixo da coroa do incisivo lateral inferior esquerdo
	Altura Canino Inferior Direito	ACID	Altura no longo eixo da coroa do canino inferior direito
	Altura 1º Pré-Molar Inferior Esquerdo	A1PMIE	Altura no longo eixo da coroa do 1º pré-molar inferior esquerdo
	Altura 2º Pré-Molar Inferior Esquerdo	A2PMIE	Altura no longo eixo da coroa do 2º pré-molar inferior esquerdo

Quadro 1: Medidas, siglas e descrição das medidas utilizadas.

A partir da aquisição dos arquivos STL dos mesmos 20 indivíduos da amostra, obtidos do escaneamento intraoral (iTero Element *scanner*; Align Technologies, San Jose, California, Estados Unidos) uma segunda pesquisadora realizou as medições (Quadro 1) no modelo digital. Foi utilizado o *software* NemoCast (NemoCast versão 2021, Nemotec®, Madrid, Madrid, Espanha) para as medições digitais com a função “3d Measurements” (Figuras 1 a 3). Todas as medidas foram feitas em um iMac 21.5” (Apple Inc., Cupertino, Califórnia, Estados Unidos). As medidas foram feitas duas vezes, com intervalo de 30 dias para a realização do CCI.

A concordância das medidas obtidas nos modelos digitais e nos pacientes foi avaliada pelo teste Bland-Altman pelos *softwares* Excel (Microsoft® Excel para Mac, Redmond, Washington, EUA) e SPSS (versão 24.0 para MacOS, IBM®, Armonk, Nova York, Estados Unidos). Foram avaliadas as concordâncias de todas as medidas juntas, assim como das medidas horizontais e verticais isoladamente.

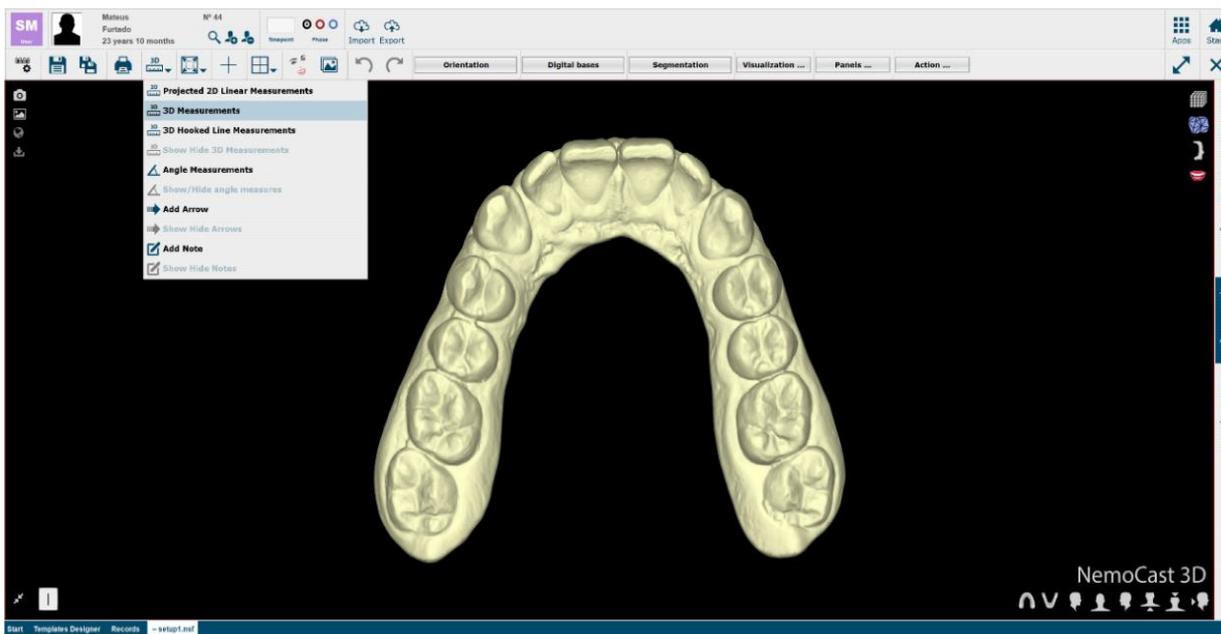


Figura 1: Imagem da função “3d Measurements” utilizada para a medição digital.

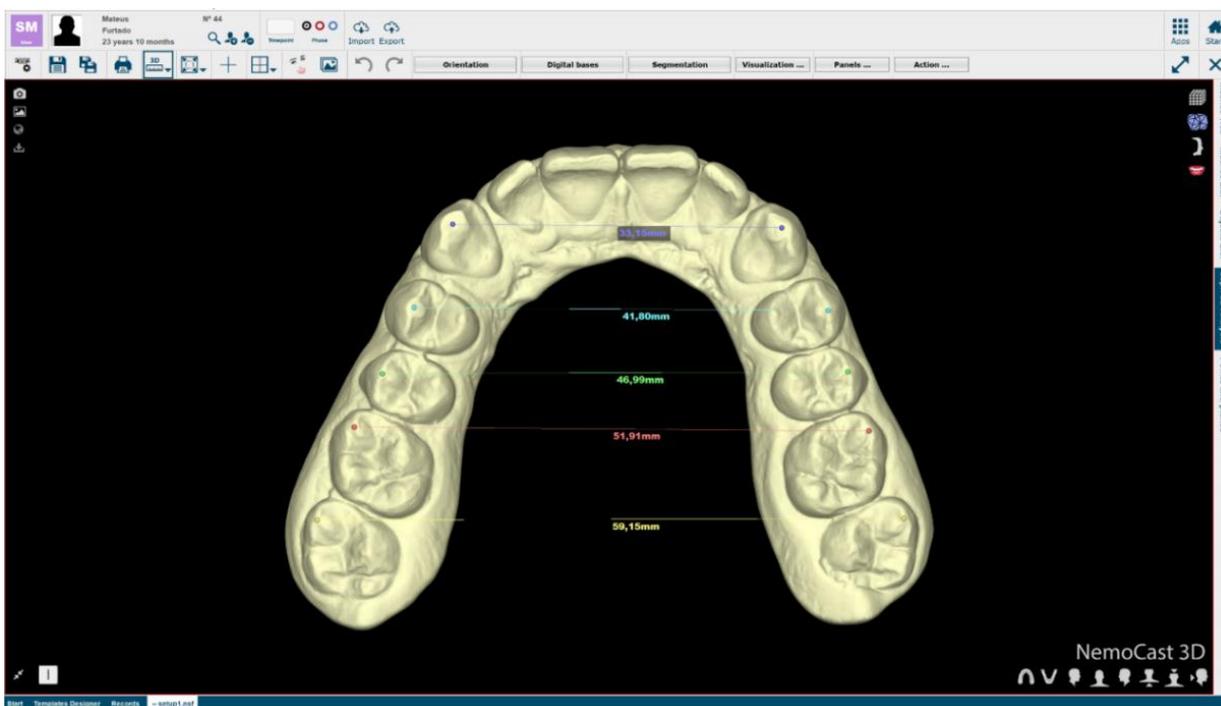


Figura 2: Imagem das medidas horizontais em um modelo digital superior.

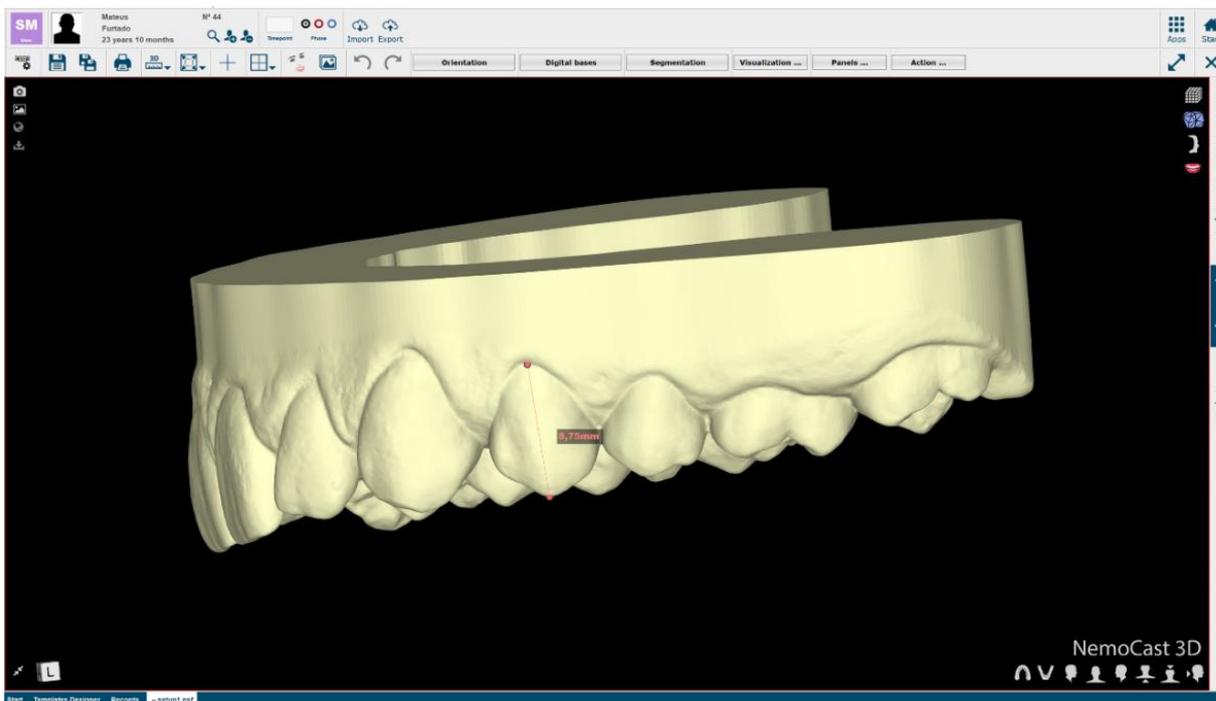


Figura 3: Imagem da medida vertical do primeiro pré-molar superior esquerdo em um modelo digital.

5 RESULTADOS

O valor do CCI foi 0,995 mostrando excelente calibração intra-examinador.

Para realizar o teste Bland-Altman, foi observado no teste t que a média das diferenças das medições nos modelos digitais e nos modelos reais, representado pela boca dos pacientes (400 medidas nos modelos digitais e 400 medidas nos mesmos modelos reais) é diferente de zero ($p=0,864$) (Tabelas 1 e 2), mostrando que os métodos concordam entre si.

Tabela 1: Tabela das N medidas dos modelos digitais e reais, média da diferença entre as medições digital e real de cada medida, Desvio Padrão e Erro Padrão da Média.

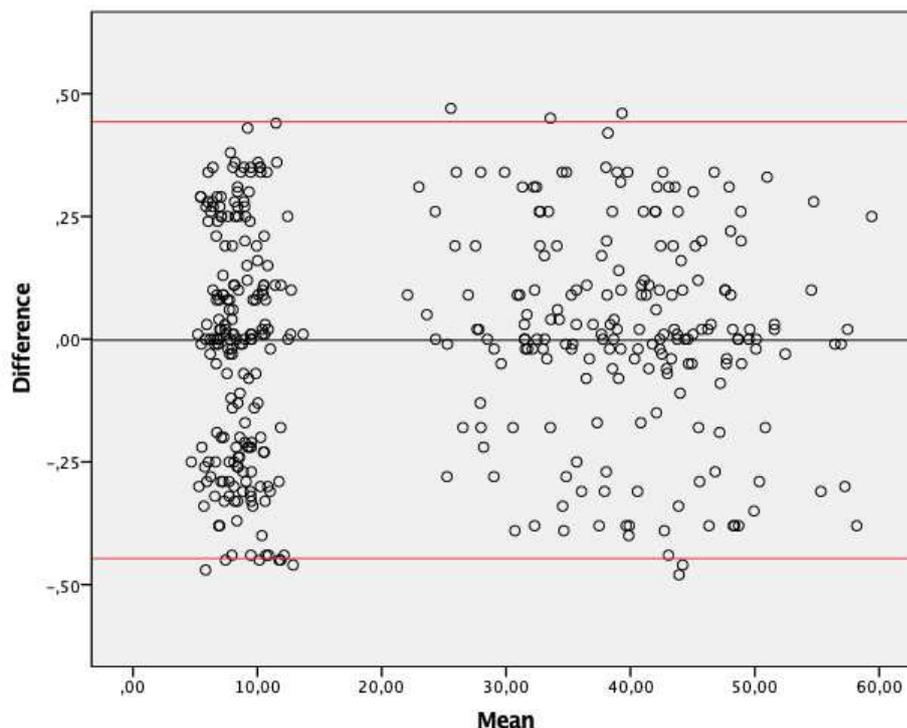
Estatísticas de uma amostra				
	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Diferença	400	-0,0020	0,22686	0,01134

Tabela 2: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

Teste de uma amostra						
Valor de Teste = 0						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
Diferença	-0,172	399	0,864	-0,00195	-0,0242	0,0203

O gráfico de Bland-Altman (Gráfico 1) apresenta a média da diferença, que é a linha central preta que está próximo de 0 (-0,00195), mostrando que são dois métodos concordantes. Os valores fora do zero estão dentro do intervalo de confiança de 95%, ou seja, são métodos que concordam entre si.

Gráfico 1: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas avaliadas.



Na avaliação da regressão linear (Tabela 2) foi observado que não houve viés de proporção, com $p=0,468$, ou seja, a distribuição entre os valores foi homogênea, sem tendência de valores acima ou abaixo do grupo real.

Tabela 3: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias.

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients não padronizados		Coefficients padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	Constante	-0,014	0,020		-0,696	0,487
	Média	0,000	0,001	0,036	0,727	0,468

^a: Variável Dependente: Diferença

Os testes Bland-Altman para as medidas horizontais e verticais isoladas foram calculados e encontrados p-valores 0,329 e 0,271, respectivamente, mostrando que medidas obtidas nos modelos digitais e de forma real concordam entre si (Tabelas 4 a 7).

Tabela 4: Tabela das N medidas horizontais dos modelos digitais e reais, média da diferença entre as medições digital e real de cada medida, Desvio Padrão e Erro Padrão da Média.

Estatísticas de uma amostra				
	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Diferença	200	0,0148	0,21312	0,01507

Tabela 5: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

Teste de uma amostra						
Valor de Teste = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
Diferença	0,979	199	0,329	0,01475	-0,0150	0,0445

Tabela 6: Tabela das N medidas verticais dos modelos digitais e reais, média da diferença entre as medições digital e real de cada medida, Desvio Padrão e Erro Padrão da Média.

Estatísticas de uma amostra				
	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Diferença	200	-0,0187	0,23918	0,01691

Tabela 7: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

Teste de uma amostra						
Valor de Teste = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
Diferença	-1,103	199	0,271	-0,01865	-0,0520	0,0147

Os gráficos de Bland-Altman para as medidas horizontais e verticais (Gráficos 2 e 3) apresentam as médias das diferenças, que são as linhas centrais pretas que estão próximas de 0 (0,01475 e -0,01865, respectivamente), mostrando que medições nos modelos digitais e de forma real são concordantes. Os valores fora do zero estão dentro do intervalo de confiança de 95%, o que determina que são métodos concordantes entre si.

Gráfico 2: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas horizontais avaliadas.

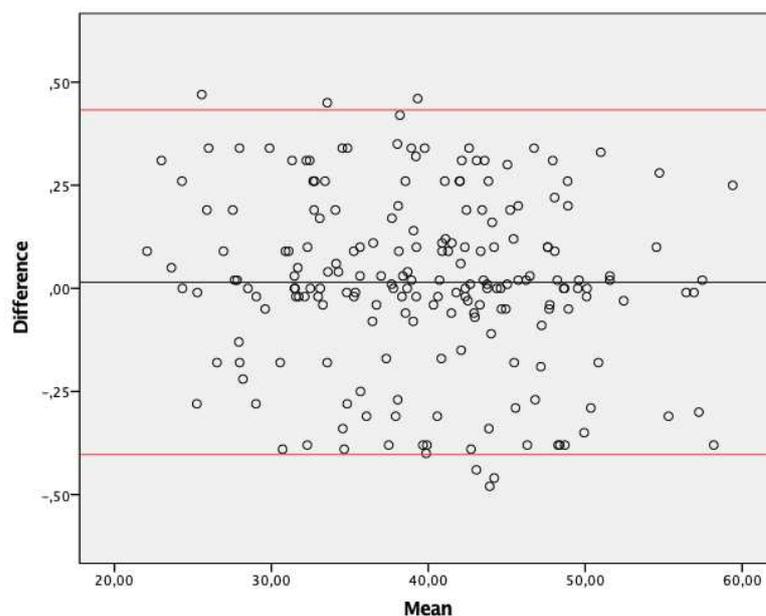
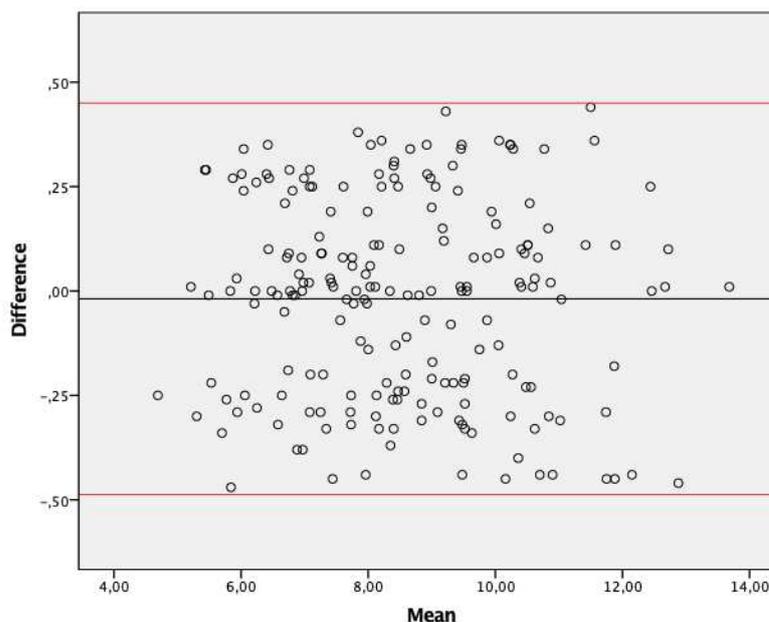


Gráfico 3: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas verticais avaliadas.



Na avaliação das regressões lineares para as medidas horizontais e verticais (Tabelas 8 e 9) foi observado que não houve viés de proporção, com p-valores de 0,063 e 0,388, respectivamente. Ou seja, a distribuição entre os valores foi homogênea, sem tendência de valores acima ou abaixo do grupo real.

Tabela 8: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias horizontais.

Modelo		Coeficientes ^a				
		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		
B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.		
1	Constante	0,156	0,077		2,023	0,044
	Média	-0,004	0,002	-0,132	-1,867	0,063

a. Variável Dependente: Diferença

Tabela 9: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias verticais.

Modelo		Coeficientes ^a				
		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		
B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.		
1	Constante	0,051	0,082		0,618	0,537
	Média	-0,008	0,009	-0,061	-0,864	0,388

a. Variável Dependente: Diferença

6 DISCUSSÃO

A tecnologia vem sendo utilizada em diversos campos da sociedade. Na Ortodontia, os avanços tecnológicos podem ser observados, dentre os diversos campos, como importantes instrumentos de diagnóstico (Oliveira et al, 2007). Com isso, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a concordância de medidas horizontais e verticais obtidas a partir de modelos digitais e reais.

Considerando que de acordo com Fleiss et al (1981) o coeficiente de confiabilidade acima de 0,75 foi considerado ótimo, o valor do CCI substancialmente mais elevados obtidos neste estudo, indica precisão e acurácia em ambos os métodos. Então existe a possibilidade de que as avaliações de fato reflitam a dimensão que pretendem refletir. Se a concordância não fosse satisfatória, por outro lado, a utilidade das avaliações seria severamente limitada, pois não se poderia confiar nessas avaliações para iniciar o trabalho.

Dependendo do treinamento, habilidades e preferências do operador, a mensuração realizada em uma tela de um computador pode ser mais ou menos precisa do que o método convencional com o uso de um paquímetro em modelos de gesso (Leifert, 2009). O coeficiente de correlação intraclasse (CCI), utilizado para a mensuração da homogeneidade de medidas e, conseqüentemente, avaliação do erro de método, revela que o presente trabalho retrata satisfatória calibração intra-examinador, pois apresentou CCI = 0,995.

Repetibilidade, ou reprodutibilidade, é a precisão da proximidade de cada medição sucessiva para o mesmo objetivo (Houston, 1983). Desta forma, o valor da significância da Média dos dois métodos foi $p=0,468$ ($p>0,05$), o que mostra que não houve viés de proporção, ou seja, a distribuição entre os valores foi de forma homogênea, ou ainda, que não foi de forma que tendeu a ser abaixo ou acima da medida do grupo controle.

Os estudos feitos com modelos digitais, comumente os comparam com modelos de gesso (Fleming et al, 2010; Moreira et al, 2021; Barreto et al, 2016; Watanabe-Kanno et al, 2009; Oliveira et al, 2007; Mayers et al, 2005; Hassan et al, 2016; Grunheid et al, 2014) e suportam resultados que os modelos digitais são

excelentes substitutos aos modelos de gesso para a utilização na Ortodontia. No presente estudo, houve comparação entre a concordância das medições feitas nos modelos digitais e nos modelos reais. Apesar de os modelos digitais poderem ser considerados padrão-ouro na prática clínica (Rossini et al, 2016), este foi o primeiro estudo que comparou as medidas dos modelos digitais com medidas reais obtidas diretamente nos pacientes.

No estudo de Lee et al, em 2018, para verificar a acurácia do escaneamento intraoral nas relações oclusais obtidas, houve a comparação dos modelos digitais produzidos com *scanner* em relação aos modelos de gesso articulados. Os resultados mostraram que na região de molares e pré-molares não houve diferença significativa na oclusal e que, na região anterior, o contato oclusal nos modelos digitais foram superestimados. No entanto, no presente estudo, existiu alta concordância nas medidas, sendo a média das diferenças entre elas de 0,01475 para as medidas horizontais e de -0,01865 para as medidas verticais. É possível que os modelos de gesso tenham sofrido alguma marcação involuntária pela ponta do paquímetro, por essa razão, o ponto demarcado facilitaria o acesso para novas mensurações, devido ao desgaste, representando uma limitação do estudo em modelos de gesso.

As medidas lineares dos modelos ortodônticos são extremamente importantes no diagnóstico e consequente elaboração do plano de tratamento (Moyers, 1960). Dentre elas, destacam-se medidas horizontais, como distâncias intercaninos, intermolares, interpré-molares, profundidade de arco, largura mesio-distal dos dentes, *overjete*, medidas verticais, como altura dos dentes e *overbite* (Proffit, 2007). Buscando avaliar a concordância de medidas horizontais e verticais em modelos digitais e medidas obtidas diretamente em boca dos pacientes, no presente estudo, foram feitas medidas das distâncias horizontais intermolares, interpré-molares, intercaninos e verticais cérvico-incisal de incisivos, cérvico-incisal de caninos, cérvico-oclusal de pré-molares superiores e inferiores. Houve alta concordância nas medidas, sendo a média das diferenças entre elas de -0,00195 para todas as medidas, 0,01475 para as medidas horizontais e -0,01865 para as medidas verticais.

Ao optar por adotar um novo sistema, é ideal considerar que os sistemas disponíveis são precisos, repetíveis ou reprodutíveis e visualizáveis em qualquer direção para permitir medições de moldes separadamente e em oclusão. Este estudo

evidencia que os dois métodos são concordantes entre si, pois as medidas lineares horizontais e verticais dos modelos digitais são concordantes com as respectivas medidas reais obtidas diretamente na boca dos pacientes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo os modelos digitais apresentaram precisão na avaliação de medidas lineares horizontais e verticais, sendo concordantes com as respectivas medidas reais obtidas diretamente na boca dos indivíduos, mostrando que os dois métodos são concordantes entre si.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, MS et al. Reliability of digital orthodontic setups. **The Angle Orthodontist**, v. 86, n. 2, p. 255-259, 2016.
- BROWN, MW, et al. Effectiveness and efficiency of a CAD/CAM orthodontic bracket system. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.148, n.6, p.1067-1074. 2015.
- BURZYNSKI, JA et al. Comparison of digital intraoral *scanners* and alginate impressions: Time and patient satisfaction. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.153, n.4, p.534-541. 2018.
- CORREIA, ARM, et a. CAD-CAM: informatics applied to fixed prosthodontics. **Revista de Odontologia da UNESP**, v.35, n.2, p.183-89. 2006.
- DA CUNHA, TMA et al. Fluxo de trabalho digital em Ortodontia: recursos e aplicações clínicas. **Dental Press**, v. 26, n. 6, p. e21spe6, 2021.
- FLEISS, JL. et al. The measurement of interrater agreement. **Statistical methods for rates and proportions**, v. 2, n. 212-236, p. 22-23, 1981.
- GRUNHEID, T; MCCARTHY, SD; LARSON BE. Clinical use of a direct chairside oral *scanner*: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.146, n. 5, p.673-682. 2014.
- HOUSTON, WJB. Análise de erros em medidas ortodônticas. **Revista Americana de Ortodontia** , v. 83, n. 5, pág. 382-390, 1983.
- LECOCQ, G et al. Digital impression-taking: Fundamentals and benefits in orthodontics. **International Orthodontics**, v.14, n.2, p. 184-194, 2016.
- LEIFERT, MF et al. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. **Am. j. orthod. dentofacial orthop.** 2009; 136(1).
- LOIOLA, M et al. Escaneamento Intraoral: o fim da era dos modelos de gesso. **Ortodontia SPO**, v. 52, n. 1, p. 86-90, 2019.

MEDINA-SOTOMAYOR, P; PASCUAL-MOSCARDÓ, A; CAMPS, I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral *scanners* in complete-arch impressions. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v.10, n.4, p.361-e366. 2018.

MITRIRATTANAKUL, S et al. Precisão do *Scanner* Intraoral para Detecção de Desgaste Dentário. **Revista Odontológica Internacional** , 2022.

MOREIRA, DD et al. Reliability of measurements on virtual models obtained from scanning of impressions and conventional plaster models. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v. 13, n. 4, p. 297-302, 2014.

MORTADI, NAL et al. CAD/CAM/AM applications in the manufacture of dental appliances. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.142, n.5, p.727-733. 2012.

MOYERS, RE. **Tratado de ortodontia**. Editorial Interamericana, 1960.

MULLEN, SR et al. Precisão da análise do espaço com emodels e modelos de gesso. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics** , v. 132, n. 3, pág. 346-352, 2007.

OLIVEIRA, DD et al. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, p. 84-93, 2007.

PESSOA, F. **Poesia completa de Ricardo Reis**. Editora Companhia das Letras, 2007.

PROFFIT, WR. **Ortodontia Contemporânea5: Ortodontia Contemporânea**. Elsevier Health Sciences, 2007.

ROSSINI, G et al. Acurácia diagnóstica e sensibilidade de medição de modelos digitais para fins ortodônticos: uma revisão sistemática. **Revista americana de ortodontia e ortopedia dentofacial** , v. 149, n. 2, pág. 161-170, 2016.

SIQUEIRA, R et al. "Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: A systematic review." **Clinical oral investigations** 25.12 (2021): 6517-6531.

WEBER, DJ et al. Clinical effectiveness and efficiency of customized vs. conventional preadjusted bracket systems. **Journal of Clinical Orthodontics**, v.47, n.4, p.261-266; quiz 268. 2013.

ZIMMERMANN, M.; MEHL, A.; REICH, S. Intraoral scanning systems – a current overview. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 18, n. 2, p. 101–129, 2015.