



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Paula Cristina Henriques da Silva

**Avaliação da confiabilidade da análise de espaço na dentadura mista utilizando
modelos digitais e softwares gratuito e comercial**

Araraquara

2021



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Paula Cristina Henriques da Silva

Avaliação da confiabilidade da análise de espaço na dentadura mista utilizando modelos digitais e softwares gratuito e comercial

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas, na área de Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

Araraquara

2021

S586a

Silva, Paula Cristina Henriques da

Avaliação da confiabilidade da análise de espaço na dentadura
mista utilizando modelos digitais e softwares gratuito e comercial /
Paula Cristina Henriques da Silva. -- Araraquara, 2021

40 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientador: Ary dos Santos-Pinto

1. Ortodontia. 2. Dentição mista. 3. Odontopediatria. 4.
Reprodutibilidade dos testes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Paula Cristina Henriques da Silva

Avaliação da confiabilidade da análise de espaço na dentadura mista utilizando modelos digitais e softwares gratuito e comercial

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestra em Ortodontia

Presidente e orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

2º Examinador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli

3º Examinador: Profa. Dra. Ana Maria Martins Brandão

Araraquara, 11 de junho de 2021.

DADOS CURRICULARES

Paula Cristina Henriques da Silva

NASCIMENTO: 22/01/1992 – Belém – Pará.

FILIAÇÃO: Ana Cristina Henriques da Silva e Paulo Roberto Carvalho da Silva

2011/2017: Curso de Graduação em Odontologia: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Pará (UFPA).

2018/2021: Curso de Especialização em Ortodontia: Grupo de Estudos Ortodônticos e Serviços – GESTOS.

2019/Atual: Curso de Pós-Graduação: Mestrado pelo programa de Ciências Odontológicas. Área de concentração em Ortodontia: Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

Dedico este trabalho aos meus pais Ana Cristina e Paulo Roberto, que sempre foram meus maiores incentivadores e os verdadeiros responsáveis pelo sucesso alcançado.

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo à **Deus** pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional e por sempre guiar os meus caminhos.

Aos meus pais **Ana Cristina e Paulo Roberto** por sempre me mostrarem a importância dos estudos, pelo eterno incentivo e suporte em todos os momentos.

À minha irmã e melhor amiga **Thamires** pela amizade mais sincera e fiel torcida.

À minha **avó Zuleide e toda a minha família** que, distantes fisicamente, estão sempre presentes em meu coração.

Ao **Gabriel**, primeiramente por ser o impulso para que eu tomasse a decisão de fazer o curso de Mestrado, por ser o meu amparo nos momentos de desespero, por toda a paciência e ajuda para a realização deste trabalho e por estar comigo em todos os momentos, me apoiando e incentivando.

Ao meu querido orientador **Prof. Ary dos Santos-Pinto**, sempre paciente e disposto a me ensinar e orientar. Aos demais professores da equipe de ortodontia da FOAr, **prof. Dirceu Ravelli, Luiz Gandini, João Gonçalves e Lídia Parsekian**, pelo conhecimento repassado ao longo desses dois anos.

Ao aluno de graduação e iniciação científica **Gabriel Perles**, que foi essencial na metodologia deste trabalho, obrigada pela dedicação.

Aos **mestrandos e doutorandos** que tive a oportunidade de conviver durante este período e que sempre me auxiliaram quando dúvidas surgiam.

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara**, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, e ao **Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas**.

Aos **funcionários da FOAr**, obrigada pela prestação de serviços que faz com que as pesquisas sejam desenvolvidas na faculdade.

À **CAPES**, o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“Eu sou de lá, onde o Brasil verdeja a alma e o rio é mar. Eu sou de lá, terra morena que amo tanto, meu Pará.”
Pe. Fábio de Melo*

* Pe. Fábio de Melo, “Eu Sou de Lá”; 2012.

Silva PCH. Avaliação da confiabilidade da análise de espaço na dentadura mista utilizando modelos digitais e softwares gratuito e comercial [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2021.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade da análise de espaço na dentadura mista utilizando modelos digitais e dois softwares de análise, sendo um gratuito e outro comercial, bem como a reprodutibilidade das medidas realizadas. Foram selecionadas documentação ortodônticas de 100 crianças com idade entre 7 e 10 anos, atendidas na Faculdade de Odontologia de Araraquara. Os modelos de estudo destas documentações foram digitalizados e analisados com as ferramentas do software gratuito 3D Viewer – 3 Shape e do software comercial VistaDent 3D - Dentsply. As medidas foram primeiramente realizadas no software gratuito por dois examinadores (um estudante de graduação em odontologia e um especialista em ortodontia), posteriormente o ortodontista realizou as mesmas medidas no software comercial. Os dados foram analisados estatisticamente através do software estatístico Jamovi, considerando nível de significância de 5%. O Coeficiente de Consistência Interna (Alfa de Cronbach) foi utilizado para verificar a confiabilidade das medidas e o teste t pareado foi utilizado para verificar se houve diferenças significativas. A diferença média entre as medidas obtidas nos dois softwares, pelo mesmo examinador, variou de 0,01 a 0,2 mm, o coeficiente Alfa de Cronbach foi $\geq 0,91$. Entre os examinadores, o coeficiente Alfa foi $> 0,90$, exceto para as medidas LM_43 e 36_33 (0,76 e 0,85, respectivamente), a diferença média interexaminadores foi $< 0,83$ mm. Os dois softwares analisados são altamente confiáveis, as diferenças significativas encontradas para algumas medidas (até 0,2mm) não foi clinicamente relevante e pode ser desconsiderada. As medidas obtidas no software livre mostraram alto grau de reprodutibilidade interexaminador, independentemente do grau de qualificação do examinador.

Palavras-chaves: Ortodontia. Dentição mista. Odontopediatria. Reprodutibilidade dos testes.

Silva PCH. Reliability assessment of space analysis in mixed dentures using digital models and free and commercial software. [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2021.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the reliability of space analysis in mixed dentition using digital models and two analysis software, free and commercial, as well as the reproducibility of the measurements performed. Orthodontic documentations of 100 children aged between 7 and 10 years, attended at the Faculty of Dentistry of Araraquara, were selected. The study models of these documentations were digitized and analyzed with the tools of the free software 3D Viewer – 3 Shape and the commercial software VistaDent 3D - Dentsply. The measurements were first collected in 3D Viewer by two examiners (dental student and orthodontic specialist). Later, the orthodontic specialist performed the same analysis of space in VistaDent 3D. Data was statistically analyzed using the Jamovi statistical software, considering a significance level of 5%. The Internal Consistency Coefficient (Cronbach's Alpha) was used to verify the reliability of the measurements and the paired t-test was used to verify if there were significant differences. The mean difference between the measurements obtained in the two software, by the same examiner, ranged from 0.01 to 0.2 mm, the Cronbach's alpha coefficient was ≥ 0.91 . Among the examiners, the coefficient alpha was greater than 0.90 except for 27-midline and 19-22 (respectively 0.76 and 0.85), mean difference inter-examiners were less than 0.83 mm. The two analyzed software are highly reliable, the significant difference found for some measurements (up to 0.3mm) was not clinically relevant and could be disregarded. The measurements obtained in the free software showed a high degree of inter-examiner reproducibility, regardless of the examiner's experience.

Key Words: Orthodontics. Mixed dentition. Pediatric Dentistry. Reproducibility of Results.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
4 MATERIAL E MÉTODO	19
4.1 Material	19
4.2 Método	20
4.3 Análise Estatística	22
5 RESULTADO	24
6 DISCUSSÃO	29
7 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34
ANEXO	38

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), sabe-se que, dentre os problemas de saúde bucal, as más oclusões ocupam a terceira posição com relação à prevalência, ficando atrás somente da cárie e da doença periodontal^{1,2}. Além dos problemas funcionais oriundos dessas alterações morfológicas, muitas vezes há o comprometimento estético, com graves consequências psicossociais para o indivíduo em desenvolvimento¹. A transformação epidemiológica pela qual passa a saúde bucal, motivou a incorporação da assistência ortodôntica no setor público, através da oferta da especialidade de ortodontia e ortopedia nos Centros de Especialidades Odontológicas (CEOs), bem como de alguns procedimentos preventivos na atenção básica³.

Independentemente da gravidade da má oclusão, a análise de espaço deve ser realizada previamente nos modelos de estudo, a fim de avaliar o diâmetro mesiodistal dos dentes em relação à base óssea. Particularmente na dentadura mista, uma análise precisa é muito importante para quantificar o grau de apinhamento e determinar se o plano de tratamento envolverá controle de erupção, extrações seriadas, manutenção de espaço, recuperação de espaço ou apenas acompanhamento periódico³. A conhecida análise de Moyers prevê os tamanhos de caninos e pré-molares permanentes não irrompidos, considerando o diâmetro mesiodistal dos incisivos inferiores permanentes com base nas tabelas de probabilidade⁴⁻⁷.

Medidas precisas para análise de espaço podem ser obtidas digitalmente, o que requer a visualização da arcada dentária do paciente na tela do computador. Convencionalmente, modelos de estudo em gesso eram obtidos através de impressões de alginato e silicona, no entanto, o atual interesse pela tecnologia digital na prática odontológica motivou o desenvolvimento de scanners e modelos de estudo digitais⁸⁻¹⁰, oferecendo uma alternativa aos modelos tradicionais de gesso e permitindo a manipulação de imagens em softwares¹¹⁻¹³.

Atualmente, *scanners* de bancada associados a softwares de análise, tem sido considerados instrumentos precisos e confiáveis para a obtenção de medidas em modelos de estudo, passíveis de utilização tanto na prática clínica quanto em pesquisas¹⁰. Suas vantagens incluem facilidade de uso, autocalibração e correção automática da distorção da imagem, tornando a geração de imagens 3D muito

conveniente¹⁴. Uma variedade considerável de scanners digitais está disponível hoje, algumas das marcas comerciais desses produtos fornecem programas de alta tecnologia para análise completa de modelos digitais, que permitem um diagnóstico preciso, *setups* virtuais, previsão e análise dos resultados⁸.

O fluxo digital na odontologia continua a progredir e os profissionais se questionam por quanto tempo os métodos analógicos sobreviverão. Muitas vantagens podem ser mencionadas, como a facilidade de armazenamento de informações dos pacientes, acesso rápido aos registros tridimensionais, ausência de risco de quebra ou desgaste dos modelos de gesso, melhora na comunicação entre profissionais e pacientes, maior aceitação da técnica para obtenção dos modelos pelos pacientes em comparação aos métodos tradicionais^{10-12,15}. É importante ressaltar que o diagnóstico e o planejamento são aprimorados, uma vez que o profissional pode analisar os modelos utilizando ferramentas de softwares, fazer medidas e economizar tempo sem a necessidade de conversão física. No entanto, se o modelo real é desejado, as tecnologias de impressão 3D fornecem mecanismos para produzir modelos físicos a partir de arquivos digitais^{3,11}.

Muitos estudos comparando a análise de espaço dentário em modelos digitais e de gesso foram realizados^{9,11,13}, mas não há estudos avaliando diferentes softwares para realizar análises em modelos digitais. Considerando a migração da odontologia para o fluxo digital, este estudo testou a confiabilidade de dois softwares (visualizador 3D – 3 Shape, gratuito; e VistaDent 3D - Dentsply, comercial) na análise de espaço na dentadura mista. A reprodutibilidade das medidas também foi analisada frente a um examinador especialista em ortodontia e outro examinador com pouca experiência em ortodontia.

2 PROPOSIÇÃO

Apresentamos abaixo os objetivos gerais e específicos deste estudo.

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a confiabilidade da análise de espaço na dentadura mista em modelos digitais utilizando dois softwares de análise, um gratuito e outro comercial.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar a confiabilidade das medidas obtidas para realização da análise de espaço na dentadura mista utilizando dois softwares de análise, um gratuito (3D Viewer) e outro comercial (VistaDent);
- Avaliar o grau de reprodutibilidade de medidas realizadas no software 3D Viewer – 3 Shape, comparando as medidas obtidas por um profissional especialista em ortodontia e um aluno de graduação em odontologia sem experiência na área.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A fase da dentadura mista é extremamente dinâmica e sujeita a intercorrências no seu desenvolvimento normal, como perdas precoces de dentes decíduos, resultando em diminuição do perímetro do arco e redução do espaço disponível para o correto alinhamento dos dentes permanentes¹⁶.

As análises de espaço no período da dentadura mista são ferramentas valiosas nos tratamentos ortodônticos preventivos e interceptativos. Ortodontistas e odontopediatras são frequentemente solicitados a fornecer diagnósticos precisos e a análise de espaço é essencial no diagnóstico precoce, pois muitas más oclusões podem surgir na faixa etária de 6 a 12 anos; desta forma, uma intervenção adequada neste período seria útil para prevenir ou minimizar a gravidade do problema¹⁷. Através dela, podemos prever qual será o diâmetro mesiodistal de caninos e pré-molares permanentes antes de sua irrupção e avaliar se, após a exfoliação dos dentes decíduos, haverá ou não espaço suficiente para acomodação destes dentes¹⁶.

As medidas preventivas e interceptativas que podem ser usadas com base na análise de modelo podem ser o controle de erupção, extrações seriadas, manutenção de espaço, recuperação de espaço ou apenas acompanhamento periódico do paciente^{17,18}. Para uma correta adequação dos dentes nas bases ósseas é necessária uma relação favorável entre o tamanho das mesmas e o volume dentário¹⁶.

Três técnicas têm sido utilizadas para estimar a largura mesiodistal de pré-molares e caninos não irrompidos, incluindo medidas de dentes irrompidos, radiografias, e uma combinação de ambos. Tirar medidas de radiografias requer tempo, equipamento específico e é menos prático, pois imagens radiográficas podem apresentar distorções¹⁷.

As tabelas de probabilidade de Moyers^{4,17,19} e as equações de Tanaka e Johnston^{17,19} são os métodos mais antigos baseados em uma correlação de tamanhos de dentes. De acordo com a análise de Moyers, através da largura mesiodistal dos incisivos inferiores permanentes, é possível estimar a largura dos caninos permanentes e pré-molares em ambos os arcos. Esses dentes foram utilizados por serem os primeiros dentes permanentes a irromperem na cavidade oral e por apresentarem menos variações anatômicas se comparados aos incisivos superiores^{4,17}.

Vários estudos foram conduzidos avaliando a aplicabilidade da análise de Moyers em diferentes populações; no entanto, foi relatado que esse método de predição não é tão preciso em algumas populações^{3,5-7}, devido ter sido desenvolvida para uma população caucasiana de descendência européia^{4,19}. Conseqüentemente, isso levou ao desenvolvimento de equações de previsão e tabelas de probabilidade para diferentes populações¹⁹.

Os modelos de estudo dos pacientes são indispensáveis no diagnóstico e planejamento ortodôntico, medindo-se as estruturas reproduzidas pode-se avaliar e quantificar mudanças contínuas no comprimento, largura e curvatura das arcadas, por exemplo¹⁶. Tradicionalmente, as arcadas dentárias eram copiadas através de moldagens com alginato ou silicone de adição, e estes molde eram convertidos em modelos de gesso. Atualmente, o padrão ouro para a medição de dentes é o paquímetro digital portátil, devido à sua precisão, praticidade, portabilidade e baixo custo. No entanto, há algumas desvantagens inerentes, por exemplo, a precisão da medição depende da calibração do examinador; os modelos de gesso requerem um grande espaço de armazenamento, o que não é conveniente atualmente; além do gesso ser um material facilmente danificado, podendo ocorrer danos irreparáveis^{10,12,15,20}.

Os modelos digitais oferecem alto grau de validade em relação à medição direta em modelos de gesso²¹. Na análise da confiabilidade intraexaminador, não foram encontradas diferenças clinicamente significativas ao comparar modelos digitais e as impressões analógicas²². A reprodutibilidade e a precisão dos modelos digitais também se mostraram eficazes em revisões sistemáticas^{23,24}.

Em comparação com o método tradicional, a técnica 3D pode armazenar e exportar o formato digital que é conveniente para pesquisa rápida, transmissão em nuvem, reutilização e análise de medição²⁰, além disso, o procedimento de moldagem convencional é frequentemente relatado como desconfortável e desagradável pelos pacientes²⁵.

Os rápidos avanços tecnológicos na ciência da computação produziram uma mudança de paradigma nos protocolos de fabricação. O design (CAD) e a fabricação (CAM) auxiliados por computador, juntamente com scanners intraorais digitais, estão cada vez mais sendo aplicados para a produção de diversos aparelhos utilizados na odontologia e modelos dentais²⁵. Em comparação com os métodos convencionais, a

aquisição de uma impressão digital usando um scanner intraoral tem as vantagens de fácil repetição, visualização direta das arcadas e grande economia de tempo²⁵.

Modelos de estudo digitais foram introduzidos no final dos anos 90^{23,26}. A primeira empresa a introduzir os modelos digitais na Ortodontia foi a OrthoCAD™ em 1999^{27,28}, depois disso, muitas empresas surgiram e vários tipos de software foram introduzidos para trazer mais opções e melhores versões para o mercado²⁷.

Os modelos digitais podem ser adquiridos de diversas maneiras, direta ou indiretamente²⁹. O método indireto pode ser realizado pelo escaneamento de modelos de gesso e/ou moldagens, enquanto, no método direto, o modelo digital pode ser adquirido pelo escaneamento intrabucal ou pela TCFC do paciente²⁹, ambas as técnicas são consideradas confiáveis^{25,29,30}.

Existem diversas tecnologias aplicadas ao processo de escaneamento dos modelos de gesso, como a por varredura a laser ou por luz estruturada, estes não devem apresentar bolhas positivas ou negativas, além de possuir um correto registro interoclusal²⁹. Em geral, o scanner possui uma plataforma que move o modelo para que o laser o atinja em vários ângulos. A sequência de escaneamento frequentemente consiste em escanear o modelo superior, o modelo inferior e, posteriormente, os modelos em oclusão. Ao final, é realizada a definição dos planos sagital e oclusal, o ajuste vertical e transversal da intercuspidação, e criação de bases virtuais, caso necessário²⁹.

O escaneamento intrabucal se apresenta como uma ferramenta vantajosa para o ortodontista, pela rápida aquisição do modelo digital, se comparado ao método indireto, onde é necessário moldar o paciente primeiramente. O scanner intrabucal captura os elementos presentes na cavidade oral de forma direta e envia os dados para um computador. A sequência de escaneamento consiste em: escanear a arcada superior, posicionando o scanner sobre os dentes, em suas faces oclusal, vestibular e lingual; escanear a arcada inferior na mesma sequência; e escanear a oclusão em máxima intercuspidação, com o scanner posicionado por vestibular, em ambos os lados. Apesar de todas as vantagens deste tipo de tecnologia, os scanners intrabucais apresentam algumas dificuldades, como o escaneamento de dentes posteriores, principalmente em pacientes com limitação de abertura de boca, e o escaneamento do fundo de vestíbulo. Além disso, a necessidade de um treinamento prévio para sua utilização e o alto custo do equipamento ainda restringem o seu uso para a maioria dos ortodontistas²⁹.

Alguns estudos verificaram o grau de acurácia e confiabilidade de medidas realizadas em modelos digitais por escaneamento de modelos de gesso, a maioria deles utilizou scanners de empresas como a Cadent[®] (Carlstadt, Nova Jersey, EUA)^{31,33} e a 3Shape[®] (Copenhague, Dinamarca)^{34,35}, os métodos foram considerados clinicamente confiáveis e precisos.

Flugge e colaboradores verificaram que a acurácia do modelo digital gerado a partir do escaneamento de modelo de gesso foi maior do que pelo escaneamento intraoral, possivelmente devido a movimentação do voluntário, abertura bucal limitada e/ou presença de umidade e saliva³⁶.

Camardella e Vilella²⁹ concluíram em seu estudo que os modelos de estudo digitais, obtidos através de escaneamento de modelos de gesso, moldagens em silicone de adição, ou escaneamento intrabucal, possuem a acurácia e a confiabilidade necessárias para substituir os modelos de gesso tradicionais e, possivelmente, poderão se tornar o novo padrão ouro para o diagnóstico e planejamento nas clínicas ortodônticas.

Muitos estudos avaliaram a confiabilidade de medidas realizadas com tecnologia digital comparadas aos métodos analógicos, e hoje é bem sedimentado na literatura a confiabilidade deste método^{20-24, 26}. O fator tempo é uma das grandes vantagens do fluxo digital. Cunha e colaboradores³⁷, em 2015, desenvolveram um programa para auxiliar alunos de graduação em odontologia na realização da análise de Moyers de forma parcialmente digital. Estes receberam um compasso de ponta seca, uma régua milimetrada e um par de modelos de estudo para realizar as medidas necessárias para a análise de modelos de Moyers. Estas eram então transferidas para o programa *OrthoSystem*, o qual calculava automaticamente as discrepâncias de modelo superior e inferior. Mesmo sendo uma técnica mista, os resultados mostraram que o processo todo foi 4,20 minutos mais rápida que a técnica totalmente analógica. Com a utilização de modelos digitais, o processo passa a ser ainda mais rápido.

Algumas desvantagens da utilização de programas para fazer análise de modelos digitais reportadas na literatura dizem respeito ao alto custo dos equipamentos de fluxo digital^{29,30,36}. O custo de aquisição de scanners de bancada ou intraorais, bem como dos softwares de análise ainda é elevado para a maioria dos profissionais, no entanto, ao adquirir os scanners intra ou extraorais, a maioria das marcas comerciais disponibiliza o software para análise dos modelos digitais³⁵. Com a diversidade de

marcas e modelos atualmente, e a crescente disputa de mercado, a tendência é que esses valores reduzam e mais profissionais tenham acesso às tecnologias de fluxo digital.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (CAAE: 25317419.2.0000.5416) (ANEXO A). Foram selecionadas documentações ortodônticas de diagnóstico e planejamento de 100 crianças, atendidas nas clínicas de ortodontia preventiva da faculdade de odontologia de Araraquara, no período de 2010 a 2018, sendo 50 meninas e 50 meninos com idade entre 7 e 10 anos e na fase da dentadura mista. Destas documentações foram obtidos os dados sobre idade e gênero (Tabela 1) e, a partir dos modelos de estudo em gesso, as características de oclusão e espaço para os dentes nos arcos dentários.

Dessa forma, a pergunta PICO para o estudo proposto foi:

- **Population:** 100 crianças com idade de 7 a 10 anos (metade de cada gênero);
- **Intervention:** Modelos digitais dos arcos dentários de crianças sem intervenção e sem tratamento prévio;
- **Comparison:** 1. Dois softwares diferentes (livre e comercial) 2. Dois operadores diferentes;
- **Outcome:** Reprodutibilidade das medidas (diferentes softwares e diferença entre operadores).

Como critérios de inclusão, as documentações deveriam estar com fichas de dados clínicos completos, os modelos de estudo deveriam apresentar boa reprodução anatômica, sem distorções ou danos. Todos os incisivos e primeiros molares permanentes deveriam estar presentes e completamente erupcionados. Foram incluídos na amostra pacientes com caninos decíduos já exfoliados. Como critério de exclusão, os modelos de estudo que apresentavam bolhas, deformações, quebras, desgastes ou qualquer outra forma de interferência na reprodução dos dentes decíduos e permanentes; modelos de crianças com ausências congênitas ou perdas precoces de dentes permanentes e/ou molares decíduos.

Tabela 1 - Distribuição da amostra quanto a idade e sexo.

Sexo	n	Idade	D.P.	Min	Max
Masculino	50	8,6	0,9	7,0	10,5
Feminino	50	8,7	0,8	7,0	10,5
Ambos	100	8,6	0,8	7,0	10,5

Fonte: Elaboração própria

4.2 Método

Os modelos de estudos obtidos foram digitalizados por escaneamento a laser utilizando o Scanner 3D R700 (3 Shape, Dinamarca). Antes de iniciar o processo de escaneamento, o equipamento era calibrado de acordo com as instruções do fabricante e o processo era repetido após o escaneamento de 5 modelos consecutivos. Para cada paciente, o escaneamento consistiu em três processos diferentes: escaneamento da arcada superior, da arcada inferior e dos modelos em oclusão. Ao final deste processo, era gerado um arquivo em STL que poderia ser analisado com auxílio dos softwares propostos.

Os modelos digitalizados foram codificados por um pesquisador e a obtenção dos dados foi realizada no software 3D Viewer por dois pesquisadores (examinador 1: especialista em ortodontia e examinador 2: aluno do segundo ano de graduação em odontologia) em momentos distintos, de tal maneira, estes não tiveram acesso às medidas obtidas pelo outro, possibilitando uma análise cega dos dados. Em outro momento, o examinador 1 realizou a mesma análise de dados no software VistaDent, que foi considerado o padrão de referência para comparações.

A definição dos pontos foi realizada a partir da vista oclusal, onde foram selecionados pontos nas faces mesiais e distais dos incisivos e primeiros molares permanentes, bem como dos caninos decíduos. Nos casos em que os caninos já haviam exfoliado, era medido o espaço disponível para erupção do dente permanente, a partir da colocação dos pontos na mesial do primeiro molar decíduo e na distal do incisivo lateral permanente.

Para obtenção das medidas do espaço posterior, os pontos eram fixados na mesial do primeiro molar permanente e na distal do canino decíduo (ou mesial do primeiro molar decíduo, em caso de ausência do canino) de ambos os lados e em ambas as arcadas. Para o espaço anterior, os pontos eram colocados na linha média e na mesial dos caninos decíduos (ou distal do incisivo lateral, em caso de ausência do canino). Nos casos que apresentavam diastema anterior, era medido o tamanho do espaço e dividido por dois, metade para cada hemiarcada.

Por fim, para obtenção da distância intercaninos e intermolares, eram fixados pontos nas cúspides dos caninos e no sulco central dos molares, respectivamente. Em caso de ausência de um ou mais caninos decíduos, a medida da distância intercanina era descartada. A medida de perímetro do arco é referente a somatória das medidas obtidas da mesial do primeiro molar permanente de um lado, até a mesial do molar permanente do lado oposto. (Figura 1 e Quadro 1)

Figura 1 - Imagens obtidas a partir do software 3D Viewer. A, diâmetro mesiodistal de incisivos (linhas vermelhas) e caninos (linhas amarelas) inferiores. B, espaços anteriores e posteriores (linhas amarelas), e distâncias intercaninos e intermolares superiores (linhas vermelhas).



Fonte: Elaboração própria

Quadro 1 - Medidas obtidas nos modelos digitais da amostra			
Medidas de espaço			
	Arco Superior	Arco Inferior	
Espaço posterior	D16-53 D26-63	D36-73 D46-83	Distância da mesial de 1º molar permanente à distal do canino decíduo ou mesial de primeiro molar decíduo (no caso de ausência do canino).
Espaço de canino	D53 D63	D73 D83	Distância da distal do canino decíduo ou mesial de primeiro molar decíduo (no caso de ausência do canino) à mesial do canino decíduo ou distal de incisivo lateral (no caso de ausência do canino).
Espaço anterior	D53-LM D63-LM	D73-LM D83-LM	Espaço da mesial do canino decíduo ou distal de incisivo lateral (no caso de ausência do canino) ao ponto médio entre as mesiais dos incisivos.
Tamanho de incisivo	D11, D12, D21, D22	D31, D32, D41, D42	Maior distância entre as faces proximais dos incisivos.
Distância Intercaninos	D53-63	D73-83	Distância entre as pontas de cúspides dos caninos decíduos.
Distância Intermolares	D16-26	D36-46	Distância entre os sulcos centrais dos primeiros molares permanentes.
D= Lado direito e E= Lado Esquerdo			

Fonte: Elaboração própria

4.3 Análise Estatística

O erro do método foi avaliado pela análise de medidas replicadas aleatoriamente pelo examinador 1, com intervalo de uma semana entre as coletas. Para a obtenção do erro do método, 20 pares de modelos, selecionados aleatoriamente, foram medidos duas vezes pelo mesmo examinador com as ferramentas do software 3D Viewer. O Coeficiente de Consistência Interna (Alfa de Cronbach) obtido foi superior a 0,91 para todas as variáveis analisadas, caracterizando alto grau de reprodutibilidade do examinador 1.

O tamanho da amostra foi estimado através do software estatístico Jamovi. Os seguintes parâmetros foram considerados: teste t para duas medidas dependentes com uma probabilidade de 0,05 e poder de 0,9 para um grupo de 100 participantes

tem um tamanho de efeito estimado de 0,327 (80% -95% poder para detectar a diferença).

Todas as medições foram analisadas estatisticamente no Jamovi (The jamovi project Computer Software, 2020 versão 1.2, obtido em <https://www.jamovi.org>). O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi obtido para todas as variáveis para verificar o grau de reprodutibilidade de cada examinador (intra e interexaminador 1 e 2). A análise do erro sistemático na obtenção das medidas foi realizada pelo teste t pareado. O nível de significância de 5% foi considerado durante toda a análise estatística.

5 RESULTADO

Os modelos de gesso escaneados a laser foram obtidos de documentações ortodônticas de diagnóstico e planejamento de 100 crianças, 50 meninas e 50 meninos com idades entre 7 e 10 anos (idade média de 8,6 anos, Tabela 1). O teste t independente mostrou que não houve diferenças significativas entre os gêneros, sem evidência de dimorfismo sexual nas variáveis medidas.

A diferença média entre as medidas obtidas no software 3D viewer e no VistaDent pelo examinador 1, especialista em ortodontia, variou de 0,01 a 0,2 mm (Tabela 2). Diferenças estatisticamente significativas entre 0,05 a 0,2 mm foram encontradas para o diâmetro mesiodistal dos dentes 16, 12, 22, 26, 73, 83 e 46, bem como o espaço posterior superior direito (53_16) e inferior esquerdo (73_36), a distância intercaninos superior (53_63) e inferior (73_83), a distância intermolares inferior (36-46), perímetro do arco inferior (Per_Inf), a soma dos diâmetros mesiodistais dos incisivos superiores e inferiores (Inc_Sup e Inc_Inf) e espaço anterior superior (EspAntS) (Tabela 2).

A avaliação da confiabilidade das medidas obtidas pelo examinador 1, em ambos os softwares, foi realizada por meio do coeficiente de consistência interna, coeficiente Alfa de Cronbach $\geq 0,91$, sugerindo alta consistência interna (Tabela 3).

A avaliação da reprodutibilidade das medidas obtidas pelos dois examinadores no software livre também foi avaliada pelo Alfa de Cronbach, atingindo um coeficiente alfa superior a 0,90 exceto para LM_83 e D36_73 (respectivamente 0,76 e 0,85), considerado aceitável³⁸ (Tabela 4). A diferença média entre examinadores foi inferior a 0,83 mm. Diferença significativa foi encontrada para o diâmetro mesiodistal dos dentes 16, 21, 22, 26, 32 e 42, bem como o espaço posterior superior direito (53_16), inferior esquerdo (73_36) e inferior direito (83_46), os espaços anteriores 53_LM, 63_LM, 73_LM e 83_LM, a distância intercaninos superior (53_63), perímetro do arco superior e inferior (U_Per e L_Per), a soma dos diâmetros mesiodistais dos incisivos superiores e inferiores (U-Inc e L_Inc) e o espaço anterior superior e inferior (U_AntSpace e L_AntSpace) (Tabela 5). A maior diferença encontrada foi no perímetro do arco superior e inferior (0,68 a 0,83mm, respectivamente) (Tabela 5).

Tabela 2 - Análise Descritiva. Média, desvio padrão e coeficiente de correlação de Pearson das medidas obtidas pelo examinador 1 nos softwares 3D Viewer (gratuito) e VistaDent (comercial).

Medidas	Variáveis	N	3D Viewer		Vistadent		Diferenças emparelhadas		t Student		
			Média	DP	Média	DP	Média	EP	t	df	p
Diâmetro MD dos dentes permanentes	D16	100	10.20	0.64	10.10	0.63	0.10	0.03	3.056	99	0.003
	D53	91	6.93	0.52	6.90	0.52	0.03	0.02	1.379	90	0.171
	D12	100	7.04	0.64	6.98	0.60	0.06	0.02	2.729	99	0.008
	D11	100	8.95	0.56	8.93	0.54	0.02	0.01	1.292	99	0.199
	D21	100	8.94	0.53	8.93	0.53	0.00	0.01	0.149	99	0.882
	D22	100	7.06	0.59	7.03	0.55	0.04	0.02	2.061	99	0.042
	D63	89	7.02	0.50	6.98	0.54	0.04	0.02	1.802	88	0.075
	D26	100	10.20	0.70	10.00	0.57	0.20	0.04	5.455	99	<0.001
	D36	100	10.70	0.69	10.70	0.70	0.00	0.03	0.049	99	0.961
	D73	91	6.04	0.50	6.11	0.48	-0.08	0.02	-3.545	90	<0.001
	D32	100	6.11	0.44	6.13	0.42	-0.02	0.01	-1.502	99	0.136
	D31	100	5.56	0.38	5.54	0.39	0.02	0.01	1.519	99	0.132
	D41	100	5.57	0.37	5.55	0.38	0.02	0.02	1.250	99	0.214
	D42	100	6.10	0.45	6.08	0.46	0.02	0.01	1.626	99	0.107
	D83	90	6.12	0.56	6.07	0.63	-0.05	0.02	-2.348	89	0.021
	D46	100	10.50	0.75	10.40	0.75	0.08	0.03	2.996	99	0.003
Espaço posterior	D16_53	100	16.70	1.69	16.70	1.68	0.16	0.02	6.513	99	<0.001
	D26_63	100	17.10	1.58	17.10	1.52	-0.05	0.03	-1.968	99	0.052
	D36_73	100	11.80	0.98	11.80	1.01	0.14	0.02	6.280	99	<0.001
	D46_83	100	12.10	1.23	12.10	1.20	0.02	0.02	0.994	99	0.322
Espaço anterior	D53_LM	100	16.70	1.69	16.70	1.68	-0.02	0.03	-0.601	99	0.549
	D63_LM	100	17.10	1.58	17.10	1.52	-0.03	0.03	-1.101	99	0.274
	D73_LM	100	11.80	0.98	11.80	1.01	0.02	0.03	0.803	99	0.424
	D83_LM	100	12.10	1.20	12.10	1.23	-0.02	0.03	-0.747	99	0.457
Largura de arco	D16_26	100	45.90	3.13	46.00	3.14	-0.02	0.03	-0.663	99	0.509
	D36_46	100	42.30	2.43	42.40	2.43	-0.11	0.03	-3.834	99	<0.001
	D53_63	79	33.10	2.93	33.00	2.91	0.11	0.04	2.931	78	0.004
	D73_83	77	26.70	1.81	26.80	1.79	-0.10	0.04	-2.578	76	0.012
Perímetro de arco	Per_Sup	100	67.30	4.28	67.20	4.31	0.06	0.05	1.079	99	0.283
	Per_Inf	100	60.40	3.62	60.30	3.66	0.14	0.05	2.748	99	0.007
Somatória MD de incisivos	Inc_Sup	100	32.00	2.09	31.90	2.02	0.13	0.03	3.745	99	<0.001
	Inc_Inf	100	23.40	1.40	23.30	1.42	0.08	0.03	2.929	99	0.004
Espaço Anterior Total	EspAntS	100	1.74	3.11	1.91	3.07	-0.17	0.05	-3.152	99	0.002
	EspAntI	100	0.40	2.04	0.51	2.04	-0.10	0.06	-1.722	99	0.088

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 - Coeficiente de Correlação Intraclasse para medidas repetidas pelo examinador 1 (Alfa de Cronbach) usando os softwares 3D viewer (gratuito) e o VistaDent (comercial).

Medidas	Variáveis	Correlação Intraclasse		Intervalo de Confiança		Teste F com Valor True0		
		Cronbach Alfa	Limite Inferior	Limite Superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Diâmetro MD dos dentes permanentes	D16	0.93	0.90	0.95	14.475	99	99	<0.001
	D53	0.96	0.92	0.97	19.562	95	95	<0.001
	D12	0.97	0.96	0.98	33.524	99	99	<0.001
	D11	0.99	0.97	0.99	48.933	99	99	<0.001
	D21	0.98	0.96	0.98	39.398	99	99	<0.001
	D22	0.97	0.95	0.98	31.486	99	99	<0.001
	D63	0.97	0.95	0.98	28.692	97	97	<0.001
	D26	0.91	0.87	0.94	11.282	99	99	<0.001
	D36	0.95	0.89	0.95	13.082	99	99	<0.001
	D73	0.95	0.84	0.93	9.642	96	96	<0.001
	D32	0.97	0.94	0.97	23.804	99	99	<0.001
	D31	0.97	0.96	0.98	34.917	99	99	<0.001
	D41	0.96	0.94	0.97	23.156	99	99	<0.001
	D42	0.97	0.96	0.98	36.226	99	99	<0.001
	D83	0.96	0.85	0.94	10.378	98	98	<0.001
D46	0.97	0.93	0.97	21.001	99	99	<0.001	
Espaço posterior	D16_53	0.99	0.97	0.99	57.936	98	98	<0.001
	D26_63	0.99	0.90	0.95	14.201	98	98	<0.001
	D36_73	1.00	0.99	1.00	184.413	98	98	<0.001
	D46_83	0.99	0.99	1.00	136.217	99	99	<0.001
Espaço anterior	D53_LM	0.99	0.96	0.98	39.135	99	99	<0.001
	D63_LM	0.99	0.94	0.97	23.419	99	99	<0.001
	D73_LM	0.98	0.95	0.98	28.225	99	99	<0.001
	D83_LM	0.97	0.95	0.98	32.521	99	99	<0.001
Largura de arco	D16_26	1.00	0.97	0.99	53.881	99	99	<0.001
	D36_46	1.00	0.96	0.98	37.352	99	99	<0.001
	D53_63	1.00	0.99	1.00	145.192	77	77	<0.001
	D73_83	0.99	0.98	0.99	93.787	74	74	<0.001
Perímetro de arco	Per_Sup	1.00	0.96	0.98	37.198	99	99	<0.001
	Per_Inf	1.00	0.96	0.98	36.703	99	99	<0.001
Somatória MD de incisivos	Inc_Sup	0.99	0.97	0.99	45.240	99	99	<0.001
	Inc_Inf	0.99	0.97	0.99	53.322	99	99	<0.001
Espaço Anterior Total	EspAntS	0.99	0.95	0.98	27.871	99	99	<0.001
	EspAntI	0.98	0.90	0.95	14.692	99	99	<0.001

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 - Coeficiente de Correlação Intraclasse para medidas repetidas pelos examinadores 1 e 2 (Alfa de Cronbach) usando o software 3D viewer (gratuito).

Medidas	Variáveis	Correlação Intraclasse		Intervalo de Confiança		Teste F com Valor True0		
		Cronbach Alfa	Limite Inferior	Limite Superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Diâmetro MD dos dentes permanentes	D16	0.92	0.88	0.95	12.789	99	99	<0.001
	D53	0.99	0.98	0.99	71.115	95	95	<0.001
	D12	0.97	0.96	0.98	38.035	99	99	<0.001
	D11	0.99	0.98	0.99	69.027	99	99	<0.001
	D21	0.99	0.98	0.99	73.288	99	99	<0.001
	D22	0.98	0.96	0.98	41.726	99	99	<0.001
	D63	0.98	0.97	0.99	50.289	97	97	<0.001
	D26	0.91	0.86	0.94	10.602	99	99	<0.001
	D36	0.91	0.87	0.94	11.520	99	99	<0.001
	D73	0.96	0.94	0.98	26.374	96	96	<0.001
	D32	0.96	0.94	0.97	26.374	99	99	<0.001
	D31	0.97	0.96	0.98	35.367	99	99	<0.001
	D41	0.91	0.87	0.94	11.648	99	99	<0.001
	D42	0.97	0.95	0.98	29.251	99	99	<0.001
	D83	0.98	0.97	0.99	47.747	98	98	<0.001
D46	0.95	0.92	0.96	18.651	99	99	<0.001	
Espaço posterior	D16_53	0.98	0.97	0.98	42.567	98	98	<0.001
	D26_63	0.90	0.85	0.93	9.847	98	98	<0.001
	D36_73	0.85	0.78	0.90	6.612	98	98	<0.001
	D46_83	0.99	0.99	1.00	157.345	99	99	<0.001
Espaço anterior	D53_LM	0.97	0.95	0.98	31.767	99	99	<0.001
	D63_LM	0.98	0.97	0.99	45.327	99	99	<0.001
	D73_LM	0.97	0.96	0.98	37.001	99	99	<0.001
	D83_LM	0.76	0.64	0.84	4.180	99	99	<0.001
Largura de arco	D16_26	0.98	0.97	0.99	51.652	99	99	<0.001
	D36_46	0.99	0.99	0.99	99.820	99	99	<0.001
	D53_63	0.99	0.99	1.00	124.591	77	77	<0.001
	D73_83	0.90	0.84	0.94	10.098	74	74	<0.001
Perímetro de arco	Per_Sup	0.99	0.99	0.99	100.360	99	99	<0.001
	Per_Inf	0.99	0.98	0.99	88.339	99	99	<0.001
Somatória MD de incisivos	Inc_Sup	0.99	0.98	0.99	75.236	99	99	<0.001
	Inc_Inf	0.97	0.96	0.98	36.483	99	99	<0.001
Espaço Anterior Total	EspAntS	0.99	0.98	0.99	86.986	99	99	<0.001
	EspAntI	0.91	0.87	0.94	11.548	99	99	<0.001

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5 - Análise Descritiva. Média e Desvio Padrão das medidas obtidas pelos examinadores 1 e 2 no software 3D viewer (gratuito).

Medidas	Variáveis	N	Examinador 1		Examinador 2		Diferenças Emparelhadas			t Student	
			Média	DP	Média	DP	Média	EP	t	gl	P
Diâmetro MD dos dentes permanentes	D16	100	10.20	0.64	10.45	0.65	-0.25	0.03	-7.339	99	<0.001
	D53	96	6.93	0.52	6.66	1.09	0.03	0.03	1.533	95	0.129
	D12	100	7.04	0.64	7.07	0.60	-0.02	0.02	-1.696	99	0.093
	D11	100	8.95	0.56	8.94	0.55	0.01	0.01	-0.329	99	0.743
	D21	100	8.94	0.53	8.96	0.54	-0.02	0.01	-2.606	99	0.011
	D22	100	7.06	0.59	7.10	0.57	-0.04	0.02	-2.251	99	0.027
	D63	98	7.02	0.50	6.65	1.29	-0.01	0.04	-0.263	97	0.793
	D26	100	10.20	0.70	10.40	0.61	-0.20	0.04	-5.118	99	<0.001
	D36	100	10.70	0.69	10.65	0.78	0.01	0.04	0.174	99	0.862
	D73	97	6.04	0.50	5.92	0.89	-0.01	0.03	-0.251	96	0.802
	D32	100	6.11	0.44	6.19	0.41	-0.08	0.02	-4.762	99	<0.001
	D31	100	5.56	0.38	5.56	0.38	0.00	0.01	0.143	99	0.886
	D41	100	5.57	0.37	5.60	0.34	-0.03	0.02	-1.395	99	0.166
	D42	100	6.10	0.45	5.60	0.34	0.51	0.04	14.095	99	<0.001
	D83	99	6.12	0.56	5.84	1.29	0.01	0.04	0.370	98	0.712
D46	100	10.50	0.75	10.54	0.84	-0.03	0.04	-0.750	99	0.455	
Espaço posterior	D16_53	99	16.70	1.69	16.66	1.40	0.14	0.04	3.158	98	0.002
	D26_63	99	17.10	1.58	16.69	1.58	-0.08	0.09	-0.881	98	0.380
	D36_73	99	11.80	0.98	18.08	1.26	0.28	0.10	2.679	98	0.009
	D46_83	100	12.10	1.23	18.13	1.57	0.08	0.03	3.131	99	0.002
Espaço anterior	D53_LM	100	16.70	1.69	16.35	1.82	0.30	0.06	4.780	99	<0.001
	D63_LM	100	17.10	1.58	16.79	1.55	0.24	0.05	5.092	99	<0.001
	D73_LM	100	11.80	0.98	11.55	0.97	0.28	0.03	8.911	99	<0.001
	D83_LM	100	12.10	1.20	11.58	0.91	0.44	0.09	4.777	99	<0.001
Largura de arco	D16_26	100	45.90	3.13	46.03	3.11	-0.09	0.09	-1.055	99	0.294
	D36_46	100	42.30	2.43	42.27	2.45	0.05	0.05	0.962	99	0.338
	D53_63	78	33.10	2.93	32.86	2.90	0.30	0.06	5.163	77	<0.001
	D73_83	75	26.70	1.81	26.77	2.12	-0.14	0.14	-1.050	74	0.297
Perímetro de arco	Per_Sup	100	67.30	4.28	66.61	4.35	0.68	0.09	7.83	99	<0.001
	Per_Inf	100	60.40	3.62	59.54	3.49	0.83	0.07	11.25	99	<0.001
Somatória MD de incisivos	Inc_Sup	100	32.00	2.09	32.08	2.04	0.11	0.05	2.31	99	0.023
	Inc_Inf	100	23.40	1.40	23.53	1.36	-0.18	0.05	-4.06	99	<0.001
Espaço Anterior Total	EspAntS	100	33.68	3.26	33.14	3.24	0.54	0.07	7.73	99	<0.001
	EspAntI	100	23.84	1.88	23.12	1.74	-0.72	0.10	-7.06	99	<0.001

Fonte: Elaboração própria

6 DISCUSSÃO

Segundo Kundi et al.³⁹, uma análise precisa da dentadura mista nos pacientes com maloclusão em desenvolvimento é essencial para diagnosticar adequadamente os problemas de espaço dentoalveolar e determinar a necessidade de tratamento e o plano de tratamento mais adequado. É um critério importante para determinar se o plano de tratamento envolverá extrações seriadas, orientação da erupção, manutenção do espaço, recuperação do espaço ou observação periódica dos pacientes¹⁸.

Dentre os softwares disponíveis no mercado que permitem realizar medidas em modelos digitais, foram escolhidos um software livre e um comercial para serem analisados neste estudo. De acordo com os resultados obtidos, ambos provaram produzir medições confiáveis e com alta reprodutibilidade. Fortes evidências científicas apontam que os modelos digitais devido às suas vantagens em termos de custo, tempo e espaço de armazenamento necessário, tornaram-se o novo padrão ouro na prática ortodôntica atual^{8,9,12,13,15}.

Modelos de estudo digitais, introduzidos no final da década de 90, são obtidos através de escaneamento intraoral ou de escaneamento extraoral de moldes obtidos de arcadas completas^{23,26}. Os modelos digitais oferecem alto grau de validade em relação à medição direta em modelos de gesso²¹. Na análise da confiabilidade intraexaminador, não foram encontradas diferenças clinicamente significativas ao comparar o modelo digital e as impressões analógicas²². A reprodutibilidade e a precisão dos modelos digitais também se mostraram eficazes em revisões sistemáticas^{23,24}.

Em nosso estudo, foram comparadas as medidas obtidas por um ortodontista e um estudante do segundo ano de odontologia, com pouca experiência em ortodontia. Não houve diferenças significativas entre as medidas coletadas por esses examinadores, comprovando a alta reprodutibilidade do software gratuito 3D Viewer, independente da formação do examinador. Desta forma, o software 3D Viewer da 3 Shape seria uma excelente opção para a realização de análises de espaço em dentadura mista por alunos de odontologia em um fluxo totalmente digital.

Nossos resultados evidenciaram que tanto um estudante de Odontologia com pouca experiência em Ortodontia quanto um ortodontista experiente são capazes de obter medidas confiáveis. As principais diferenças entre as medidas dos dois

examinadores referem-se ao perímetro do arco superior e inferior 0,68 mm e 0,83 mm, respectivamente, e ao comprimento do espaço anterior superior e inferior de 0,54 mm e 0,72 mm, respectivamente. As medidas das dimensões dentárias (diâmetro mesiodistal dos dentes) e as medidas da largura do arco e espaço posterior tiveram as menores diferenças, variando de 0,01 a 0,3 mm. A soma dos incisivos superiores e inferiores, importante para a análise da dentadura mista, apresentou diferenças de 0,11 e 0,18 mm, respectivamente. Essas diferenças são tão pequenas que não interferem no diagnóstico de problemas de espaço na dentadura mista para a elaboração de um plano de tratamento adequado.

A introdução dessa metodologia no ensino de graduação pode beneficiar os futuros profissionais da odontologia e estimular a adoção da tecnologia digital. Cunha et al.³⁷, com o intuito de facilitar a análise de Moyers realizada por alunos de graduação em odontologia, desenvolveram um aplicativo para cálculo automático de análise espacial. Esta aplicação foi validada após apresentar concordância satisfatória, o que levou os alunos a uma análise de espaço mais rápida (4 minutos e 12 segundos a menos) em relação ao método tradicional²⁴. Esse resultado corrobora os encontrados por Sheibani Nia et al., onde o uso de software para análise espacial mostrou-se 4 minutos e 30 segundos mais rápido que o modo manual, não foram observadas diferenças significativas nas medidas obtidas nesses dois grupos⁴⁰.

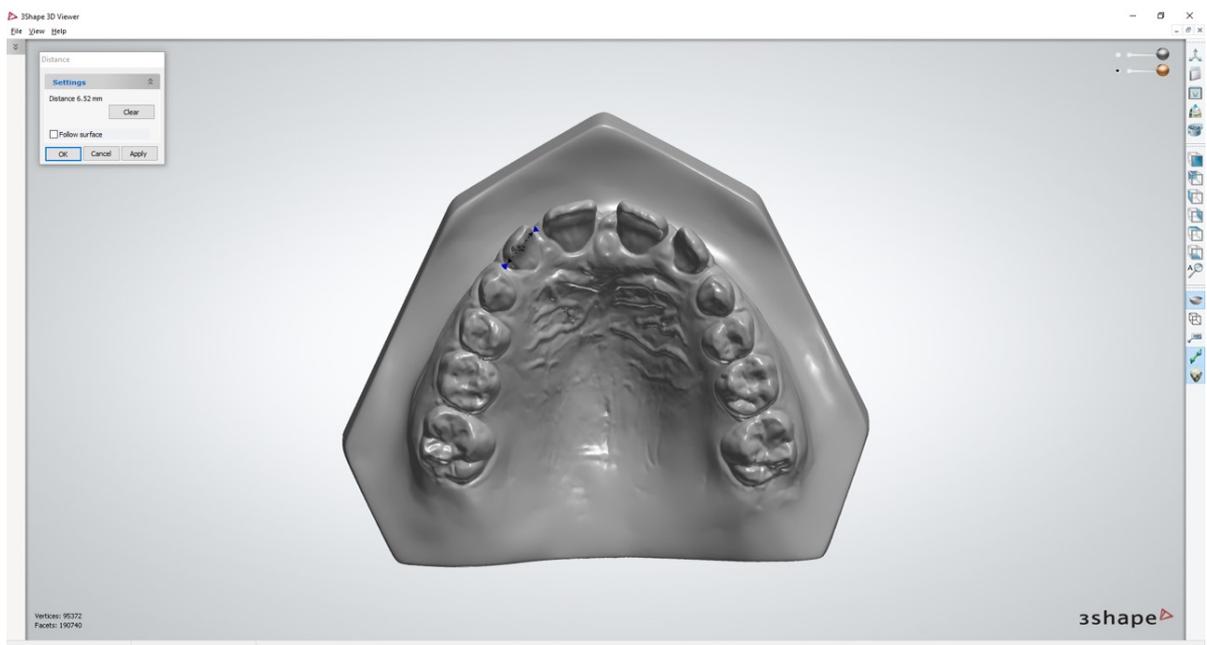
Os resultados também indicam que um técnico, sem formação em ortodontia poderia fornecer uma medida confiável se passasse por um processo de calibração com instruções sobre o software e parâmetros a serem seguidos. Algumas experiências pessoais entre os softwares foram observadas durante nosso estudo. No software livre, só é possível definir dois pontos por vez na imagem (Figura 2), portanto as medidas são feitas dente a dente e calculadas posteriormente, o que possibilita algum tipo de erro neste processo adicional. No software comercial é possível marcar todos os pontos desejados (Figura 3) e, quando tudo está selecionado, uma série de resultados é fornecida automaticamente, como a análise de Bolton, por exemplo, economizando bastante tempo.

Os modelos digitais de estudo foram analisados em uma vista oclusal, os pontos foram definidos na extremidade mesial e distal de cada dente, usando a ferramenta de zoom para melhorar a precisão. Quando os dentes se encontravam alinhados na arcada, esse processo ficava um pouco mais complicado, pois uma face ficava em contato direto com a outra, e alguns pontos se sobrepunham a outros nesses casos.

Além disso, a forma das ponteiras era diferente nos dois programas, no software livre, a ponteira em formato de flecha (Figura 2) facilitou a identificação do local específico a ser colocado, no software comercial, a ponteira era robusta e tinha um formato de bola (Figura 3), implicando na precisão do posicionamento.

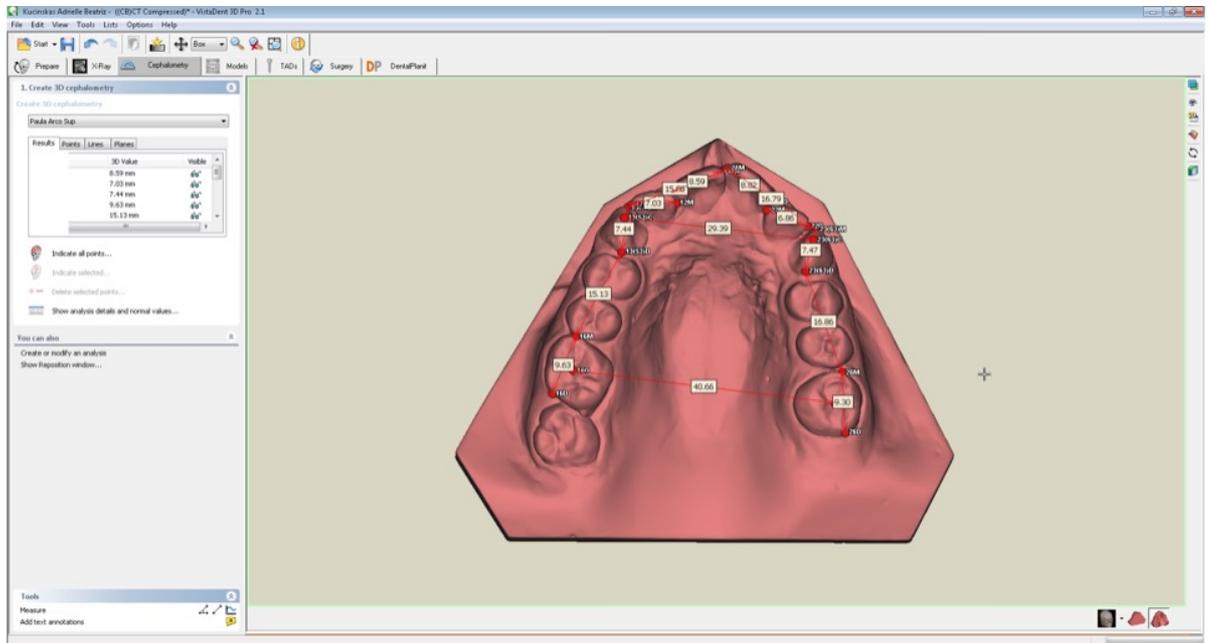
Marinho et al.⁴¹ compararam a análise de Moyers realizada manualmente, com imagens 2D (software Radiocef) e com imagens 3D (software InVesalius®). Os resultados foram estatisticamente semelhantes para os métodos, sendo o custo de aquisição do software 3D apontado como uma grande desvantagem. Levando essa preocupação em consideração, é importante destacar que o 3D Viewer é um software de acesso livre.

Figura 2 – Imagem obtida a partir do software 3D Viewer ilustrando a ponteira em formato de flecha e a seleção de dois pontos, mesial e distal do incisivo lateral superior direito.



Fonte: Elaboração própria

Figura 3 - Imagem obtida a partir do software VistaDent ilustrando a ponteira robusta em formato de bola e a seleção de todos os pontos desejados.



Fonte: Elaboração própria

7 CONCLUSÃO

1. Os dois softwares analisados são altamente confiáveis, as diferenças significativas encontradas para algumas medidas (até 0,2 mm) não são clinicamente relevantes e podem ser desconsideradas.
2. As medidas obtidas no software livre (3D Viewer) apresentaram alto grau de reprodutibilidade interexaminador, independentemente do grau de qualificação do examinador.

REFERÊNCIAS^{1*}

1. Bittencourt MAV, Machado AW. Prevalência de má oclusão em crianças de 6 a 10 anos - um panorama brasileiro. *Dental Press J Orthod*. 2010; 15(6): 113-22.
2. Carvalho DM, Alves JB, Alves MH. Prevalência de maloclusões em escolares de baixo nível socioeconômico. *Rev Gaúcha Odontol*. 2011; 59(1): 71-7.
3. Kakkar A, Verma KG, Jusuja P, Juneja S, Arora N, Singh S. Applicability of Tanaka-Johnston, Moyers, and Bernabé and Flores-Mir. Mixed dentition analyses in school-going children of Sri Ganganagar city, Rajasthan (India): a cross-sectional study. *Contemp Clin Dent*. 2019; 10(3): 410-6.
4. Moyers RE. *Handbook of orthodontics*. 4th ed. Chicago: Yearbook; 1988.
5. Jaiswal AK, Paudel KR, Shrestha SL, Jaiswal S. Prediction of space available for unerupted permanent canine and premolars in a Nepalese population. *J Orthod*. 2009; 36(4): 253-9.
6. Alves S, Luís R, Vale F, Lavado N. Métodos de previsão na análise da dentição mista - Validação na população portuguesa. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*. 2013; 54(4): 185-90.
7. Cabral ED, Guedes AP. Análise de dentição mista – Avaliação das tabelas de Moyers em Campina Grande, Paraíba. *J Bras Ortodon Ortop Facial*. 2002; 7(39): 235-7.
8. Burzynski JA, Firestone AR, Beck FM, Fields Jr HW, Deguchi T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: time and patient satisfaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018; 153(4): 534-41.
9. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003; 124(1): 101-5.
10. Pazera C, Gkantidis N. Palatal rugae positional changes during orthodontic treatment of growing patients. *Orthod Craniofac Res*. 2020 Nov 17. doi: 10.1111/ocr.12441.
11. Porto BG, Porto TS, Silva MB, Grehs RA, dos Santos Pinto A, Bhandi SH, et al. Comparison of linear measurements and analyses taken from plaster models and three-dimensional images. *J Contemp Dent Pract*. 2014; 15(6): 681-7.
12. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Digital diagnosis records in orthodontics. An overview. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006; 11(1): 88-93.

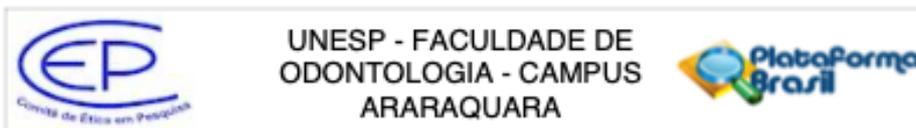
* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

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(1): 101-5.
14. Kusnoto B, Evans CA. Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic applications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122: 342-8.
15. Yilmaz H, Aydin MN. Digital versus conventional impression method in children: comfort, preference and time. *Int J Paediatr Dent.* 2019; 29(6): 728-35.
16. Leal RC, Tanque LN, Gouveia SAS, Carmadella EG. Análises de modelos: uma revisão da literatura. *R Clin Ortodon Dental Press.* 2006; 5(1): 64-76.
17. Kareem FA. Permanent maxillary and mandibular central incisor width as predictor of permanent maxillary canine width in a kurdish population: a pilot study. *Children.* 2020; 7(8): 92.
18. Bishara SE, Jakobsen JR. Comparison of two non-radiographic methods of predicting permanent tooth size in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(5): 573-6.
19. Buwembo W, Kutesa A, Muwazi L, Rwenyonyi CM. Prediction of width of unerupted incisors, canines and premolars in a Ugandan population: a cross sectional study. *BMC Oral Health.* 2012; 12:23. doi:10.1186/1472-6831-12-23.
20. Liu J, Liu Y, Wang J, Zuo X, Wang X, Zhang Y, He H. Dental measurements based on a three-dimensional digital technique: a comparative study on reliability and validity. *Arch Oral Biol.* 2021; 124: 105059.
21. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2011; 14: 1–16.
22. Luu NS, Nikolcheva LG, Retrouvey JM, Flores-Mir C, El-Bialy T, Carey JP, et al. Linear measurements using virtual study models. *Angle Orthod.* 2012; 82: 1098-106.
23. Rossini, G, Parrini, S, Castroflorio, T, Deregibus, A, Debernardi, CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149: 161-70.
24. De Luca Canto G, Pachêco-Pereira C, Lagravere MO, Flores-Mir C, Major PW. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2015; 18: 65–76.
25. Lim JH, Mangal U, Nam NE, Choi SH, Shim JS, Kim JE. A Comparison of accuracy of different dental restorative materials between intraoral scanning and conventional impression-taking: an in vitro study. *Materials.* 2021; 14(8): 2060.

26. Grünheid T, Patel N, De Felipe NL, Wey A, Gaillard PR, Larson BE. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145(2): 157–64.
27. Prasad AS, subramanian AK. Comparative evaluation of transverse dimensions using digital study models and conventional study models. *Int J Pharm Res.* 2020; 12(2). doi:10.31838/ijpr/2020.12.02.278.
28. Peluso MJ, Josell SD, Levine SW, Lorei BJ. Digital models: an introduction. *Semin Orthod.* 2004; 10: 226–38.
29. Camardella LT, Vilella OV. Modelos digitais em ortodontia: novas perspectivas, métodos de confecção, precisão e confiabilidade. *Rev Clín Ortod Dental Press.* 2015; 14(2): 76-84.
30. Güth JF, Runkel C, Beuer F. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Invest.* 2017; 21: 1445–55.
31. Bootvong K, Liu Z, McGrath C, Hagg U, Wong RW, Bendeus M. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: reliability and validity. *Eur J Orthod.* 2010; 32(5) :589-95.
32. Naidu D, Freer TJ. Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: a comparison of tooth widths and Bolton ratios. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(2): 304-10.
33. Creed B, Kau CH, English JD, Xia JJ, Lee RP. A comparison of the accuracy of linear measurements obtained from cone beam computerized tomography images and digital models. *Semin Orthod.* 2011; 17(1): 49-56.
34. Sousa MV, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 142(2): 269-73.
35. Abizadeh N, Moles DR, O'Neill J, Noar JH. Digital versus plaster study models: how accurate and reproducible are they? *J Orthod.* 2012; 39(3):151-9.
36. Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(3): 471-8.
37. Cunha AF, Macedo AGO, Pereira HSG, Cunha ACP, Farias ACR. OrthoSystem: aplicativo de cálculo da análise da dentadura mista. *Rev Odontol Unesp.* 2015; 44(3): 163-8.
38. Hazar HU, Akça EU. Prenatal breastfeeding self efficacy scale: validity and reliability study. *Turk Pediatri Ars.* 2018; 53(4): 222-30.
39. Kundi IU, Dil F, Shah A, Bashir U. Applicability of Tanaka and Johnston mixed dentition analysis in a contemporary pakistani population. *Pakistan Oral Dent J.* 2012; 32(2): 322-5.

40. Sheibani Nia A, Namvar B, Saghiri MA, Emami S. A comparative study of measurement accuracy of cyber space analysis software with manual method in mixed dentition. Shiraz Univ Dent J. 2011; 12(1): 58-66.
41. Marinho KC. Estudo comparativo entre a análise de Moyers realizada manualmente, e as realizadas por meio de imagens em 2d e em 3d [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; 2007.

ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Aplicabilidade da Análise de Espaço na Dentadura Mista Utilizando Tecnologia Digital.

Pesquisador: Ary dos Santos Pinto

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 25317419.2.0000.5416

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.027.604

Apresentação do Projeto:

O objetivo desta pesquisa é verificar aplicabilidade da análise de espaço na Dentadura Mista utilizando tecnologia digital (modelos de estudos digitais e softwares de visualização e análise). A amostra será composta pela documentação de 100 crianças com idade de 8 a 10 anos sendo 50 meninas e 50 meninos, selecionadas dentre aquelas atendidas nas clínicas de ortodontia preventiva da Faculdade de Odontologia de Araraquara que apresentarem documentações ortodônticas de diagnóstico e planejamento completas. Modelos de estudo destas crianças serão selecionados dentre aquelas que apresentarem os primeiros molares e incisivos superiores e inferiores presentes além dos caninos e molares decíduos íntegros, com boa reprodução anatômica e que não apresentarem bolhas, deformações, quebras, desgastes ou qualquer outra forma de interferência na reprodução dos dentes decíduos e permanentes. Os modelos de estudos obtidos serão digitalizados por escaneamento a laser utilizando o Scanner 3D R700 (3Shape, Dinamarca) e analisados com auxílio do software 3Shape's OrthoAnalyzer™ Advanced Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning, VistaDent@3D Pro Versão 2.1 (Dentisply, GAC) e o software gratuito de visualização 3Shape 3D viewer. Nos modelos digitais serão avaliadas as características de oclusão e de espaço para os dentes nos arcos dentários. As medidas serão obtidas por três pesquisadores de forma cega, aleatória e em dois momentos distintos, e transferidas para o programa SPSS (versão16, SPSS, Chicago, Ill) para análise estatística. Em outro momento, um pesquisador fará a mesma análise de dados no software 3Shape's OrthoAnalyzer™ Advanced

Endereço: HUMAITA 1680

Bairro: CENTRO

CEP: 14.901-903

UF: SP

Município: ARARAQUARA

Telefone: (16)3301-6459

E-mail: cep@foar.unesp.br



UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA - CAMPUS
ARARAQUARA



Continuação do Parecer: 4.027/94

Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning para comparação das medidas obtidas nos softwares. Para avaliação do erro do método serão analisadas as medidas replicadas utilizando o Coeficiente de Correlação Intraclasse (grau de exatidão da reprodutibilidade das medidas intraexaminador). Para verificar a reprodutibilidade das medidas, serão comparadas as medidas obtidas pelos pesquisadores por meio de teste t para amostras independentes (grau de exatidão da reprodutibilidade das medidas inter-examinadores). Na estatística exploratória serão verificados se os dados estão distribuídos normalmente avaliando-se a curtose e assimetria das medidas. A confirmação da normalidade dos dados será realizada pelo teste Shapiro-Wilks. Na análise descritiva serão obtidos os valores médios segundo o gênero com seus respectivos desvios padrão e intervalos de confiança. Na análise inferencial será verificado se ocorreram diferenças significativas entre os valores de cada variável aplicando o teste t para amostras independentes (ou de Kruskal Wallis, se os dados não estiverem normalmente distribuídos). Na análise dos dados serão contempladas as medidas de dimensões dos arcos e será adotado o nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

Objetivo da Pesquisa:

Verificar a aplicabilidade da análise de espaço na Dentadura Mista utilizando tecnologia digital (modelos de estudos digitais e softwares de análise e de visualização).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Considerando que serão utilizadas documentações ortodônticas de diagnóstico e planejamento de crianças que foram atendidas nas clínicas de ortodontia preventiva da Faculdade de Odontologia de Araraquara, a pesquisa apresenta risco mínimo uma vez que será mantido em sigilo a identidade dos pacientes e os dados confidenciais envolvidos na pesquisa (Desta documentação serão obtidos os dados sobre a idade e gênero e, a partir dos modelos de estudo em gesso, de diagnóstico, as características de oclusão e espaço para os dentes nos arcos dentários). Todas as crianças foram adequadamente tratadas e o tratamento promoveu a melhora e correção das anomalias dentofaciais apresentadas pelas crianças.

Benefícios: Sabendo dos benefícios e da atual migração da odontologia para um fluxo digital, este trabalho visa avaliar a aplicabilidade da análise de Moyers utilizando modelos e medições digitais e o grau de reprodutibilidade de medidas de espaço dento alveolar na dentadura mista. A análise precisa é um importante critério para determinar se o plano de tratamento pode envolver extração seriada, manutenção de espaço, recuperação de espaço ou apenas acompanhamento periódico do

Endereço: HUMAITA 1680

Bairro: CENTRO

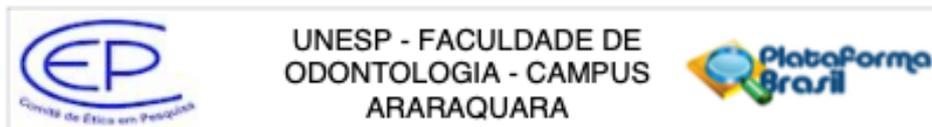
CEP: 14.801-903

UF: SP

Município: ARARAQUARA

Telefone: (16)3301-6459

E-mail: cep@foar.unesp.br



Continuação do Parecer: 4.027.804

paciente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está apresentado de maneira satisfatória e justificada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não existem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo APROVADO em 14 de maio de 2020.

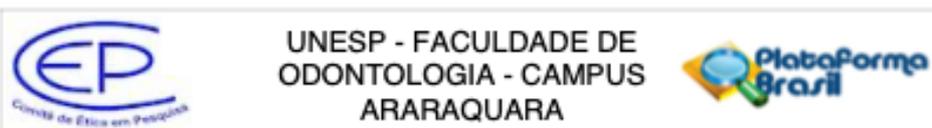
O pesquisador deverá encaminhar relatórios parciais a cada 01 (um) ano até o prazo final da pesquisa, quando deverá encaminhar o relatório final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1463585.pdf	24/04/2020 11:52:36		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_pesquisa.pdf	24/04/2020 11:51:54	Ary dos Santos Pinto	Aceito
Cronograma	Cronograma_de_execucao_pesquisa.pdf	24/04/2020 11:50:09	Ary dos Santos Pinto	Aceito
Orçamento	Orcamento_financeiro.pdf	08/11/2019 14:39:00	Ary dos Santos Pinto	Aceito
Outros	Termo_de_ressarcimento_de_gastos.pdf	05/11/2019 21:46:21	Ary dos Santos Pinto	Aceito
Outros	Autorizacao_uso_de_documentacao.pdf	05/11/2019 21:44:28	Ary dos Santos Pinto	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_cumprimento_normas_CEP.pdf	05/11/2019 21:41:28	Ary dos Santos Pinto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Solicitacao_dispensa_do_TCLE.pdf	05/11/2019 21:40:28	Ary dos Santos Pinto	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	05/11/2019 21:38:12	Ary dos Santos Pinto	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: HUMAITA 1680
 Bairro: CENTRO CEP: 14.801-903
 UF: SP Município: ARARAQUARA
 Telefone: (16)3301-6459 E-mail: cep@foar.unesp.br



Continuação do Parecer: 4.027.804

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARARAQUARA, 14 de Maio de 2020

Assinado por:
 Andréa Gonçalves
 (Coordenador(a))

Não autorizo a publicação deste trabalho até 11 de junho de 2023 de defesa

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 11 de Junho de 2021.

Paula Cristina Henriques da Silva