

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

**Brenda Vitória Monteiro dos Santos**

**AVALIAÇÃO DA CONCORDÂNCIA DE MEDIDAS LINEARES  
HORIZONTAIS E VERTICAIS OBTIDAS NOS MODELOS IMPRESSOS  
E DIRETAMENTE NA BOCA DOS RESPECTIVOS PACIENTES**

Juiz de Fora

2023

**BRENDA VITÓRIA MONTEIRO DOS SANTOS**

**AVALIAÇÃO DA CONCORDÂNCIA DE MEDIDAS LINEARES  
HORIZONTAIS E VERTICAIS OBTIDAS NOS MODELOS IMPRESSOS  
E DIRETAMENTE NA BOCA DOS RESPECTIVOS PACIENTES**

Monografia apresentada 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

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Monteiro dos Santos, Brenda Vitória .

Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes / Brenda Vitória Monteiro dos Santos. -- 2023. 35 f. : il.

Orientador: Robert Willer Farinazzo Vitral

Coorientador: Sergio Luiz Mota Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2023.

1. Confiabilidade dos Dados. 2. Impressão Tridimensional. 3. Ortodontia . I. Farinazzo Vitral, Robert Willer , orient. II. Mota Júnior, Sergio Luiz , coorient. III. Título.



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

**BRENDA VITORIA MONTEIRO DOS SANTOS**

**Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais  
obtidas nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos  
pacientes**

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 14 de março de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral (orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aneliese Holetz de Toledo Lourenço

Centro Universitário Estácio de Sá

Prof. Dr. Renato Cilli

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Madalena, como forma de retribuição a todos os esforços que fez por mim, a quem devo tudo o que sou e amo incondicionalmente.

## AGRADECIMENTO

Início agradecendo a Deus por ter me conduzido até aqui, cuidando, protegendo e abençoando a realização dos meus sonhos. A minha vida não tem nada a ver com sorte, Ele está presente em cada detalhe.

Agradeço à minha mãe, Maria Madalena Monteiro, mulher guerreira, que passou por inúmeras barreiras e lutas para dar o melhor pra mim. Concedeu-me o possível e o impossível, ensinou-me a ser forte diante das dificuldades, lutar pelos meus objetivos e estava ali para me apoiar e ajudar no momento que eu mais precisei. Obrigada por estar sempre presente, lutar por mim, rezar e acreditar que eu chegaria até aqui, desejo um dia ser a metade da mulher que você é.

Agradeço aos amigos que de alguma forma me acompanharam nessa caminhada, tornando o trajeto mais leve e divertido, todos acrescentaram de alguma forma. Em especial, agradeço à minha dupla, Isabela Rodrigues, que vivenciou comigo cada etapa, as vitórias e derrotas. Você é essencial na minha história! Obrigada por cuidar tão bem de mim, incentivar, acreditar no meu potencial e se orgulhar das minhas conquistas durante todos esses anos.

Agradeço ao meu Orientador Robert Willer Farinazzo Vitral e ao meu Coorientador Sergio Luiz Mota Júnior por desde o início me receber muito bem, e acreditar que este trabalho seria possível. Agradeço toda a orientação, preocupação e disponibilidade para eu conseguir concluir as minhas obrigações e finalizar esse trabalho. Assim como, à minha banca, que prontamente aceitou o meu convite e se dispôs a participar comigo nesse momento.

Agradeço à Instituição por ter me proporcionado esses cinco anos de estudos e por realizar o meu maior sonho, cursar Odontologia. Apesar de todas as dificuldades bem conhecidas, a Universidade Federal de Juiz de Fora sempre terá um lugar reservado no meu coração e com certeza deixará saudades. Foi neste local que eu tive a oportunidade de aprender com os melhores profissionais e exemplos de seres humanos. Em particular, alguns que preciso agradecer: Aneliese Holetz de Toledo Lourenço e Beatriz de Pedro Netto Mendonça, vocês são as profissionais que um dia eu espero ser.

“A mente que se abre a uma nova ideia,  
jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

SANTOS, B. V. M. **Avaliação da concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes.** Juiz de Fora (MG), 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

## RESUMO

Cada dia mais novos materiais são descobertos e novos métodos para processá-los são identificados. Desde o advento da impressão 3D, a personalização tornou-se uma realidade viável no âmbito odontológico. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes. A amostra foi composta por 20 indivíduos com dentição permanente completa, que originaram os dois grupos estudados, sendo o Grupo 1 formado pelos modelos impressos e o Grupo 2 formado pelas medidas obtidas diretamente na boca dos respectivos pacientes. Realizam-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. As medidas obtidas diretamente na boca dos pacientes foram realizadas com paquímetro digital. Os modelos impressos foram adquiridos em Impressora 3D Anycubic Photon S e medidos com paquímetro digital. 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 nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes. Na comparação entre os grupos foi observado que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), o que mostra que os modelos impressos foram considerados confiáveis para a utilização na Ortodontia. Deste modo, as medidas realizadas nos modelos impressos foram concordantes com as respectivas medidas obtidas diretamente na boca dos indivíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Confiabilidade dos Dados, Impressão Tridimensional, Ortodontia.

**SANTOS, B. V. M. Assessment of the agreement of linear horizontal and vertical measures obtained in printed models and in directly into the mouth of the respective patients. Juiz de Fora (MG), 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.**

## **ABSTRACT**

*Every day more new materials are discovered and new methods to process them are identified. Since the advent of 3D printing, customization has become a viable reality in the dental field. The objective of this research was to evaluate the concordance of horizontal and vertical linear measurements obtained in the printed models and directly in the mouth of the respective patients. The sample consisted of 20 individuals with complete permanent dentition, which originated the two groups studied, with Group 1 formed by printed models and Group 2 formed by measurements obtained directly in the mouth of the respective patients. Measurements were made between intermolars, interpremolars, intercanines, cervico-incisal of incisors, cervico-incisal of canines, cervico-occlusal of upper and lower premolars in the studied models. Measurements obtained directly from the patients' mouths were performed using a digital caliper. The printed models were acquired on an Anycubic Photon S 3D Printer and measured with a digital caliper. 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 measurements on printed models and directly in the mouth of the respective patients. When comparing the groups, it was observed that there was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ), which shows that the printed models were considered reliable for use in Orthodontics. Thus, the measurements performed on the printed models were consistent with the respective measurements obtained directly in the mouth of the individuals.*

**KEYWORDS:** Data Accuracy, Printing 3D, Orthodontics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Processo de produção de um modelo impresso em 3D a partir de uma impressão digital de forma resumida.

FIGURA 2: Imagem das medidas verticais em um modelo impresso superior.

FIGURA 3: Imagem das medidas horizontais em um modelo impresso superior.

GRÁFICO 1: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas avaliadas. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas vermelhas correspondem aos intervalos de confiança superior e inferior de 95%.

GRÁFICO 2: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas avaliadas. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas vermelhas correspondem aos intervalos de confiança superior e inferior de 95%.

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 Intraclasse

MA: Manufatura aditiva

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatística de uma amostra.

Tabela 2: Teste de uma amostra.

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

Tabela 4: Tabela das N medidas dos modelos impressos e das medidas obtidas diretamente na boca dos respectivos pacientes, 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 dos modelos impressos e das medidas obtidas diretamente na boca dos respectivos pacientes, 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.

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

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 IMPRESSÃO 3D .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 VANTAGENS DOS MODELOS IMPRESSOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A análise de modelos dentários é uma ferramenta valiosa no diagnóstico ortodôntico e planejamento de tratamento, permitindo o exame da oclusão e da dentição de todas as três dimensões a fim de analisar o grau e a gravidade das más posições dentárias e/ou más oclusões (AMUK, KARSLI e KURT, 2019).

Novas técnicas de “leitura” das arcadas dentárias, em substituição à moldagens convencionais, têm sido apresentadas. Uma tecnologia digital que avança rapidamente na ortodontia é a modelagem e impressão tridimensional (3D), levando a uma transição de um fluxo de trabalho clínico mais tradicional para um formato quase exclusivamente digital (BROWN et al., 2018).

Segundo Kim et al. (2018) e Cousley (2020), a impressão 3D é um processo de fabricação aditiva no qual os materiais são adicionados camada sobre camada para produzir um objeto, em oposição à fabricação redutora em que o material é subtraído para produzir o objeto. A manufatura aditiva foi inventada na década de 1980 (Hull, 1986), mas só foi incorporada à odontologia recentemente. Esse atraso foi devido aos custos iniciais proibitivos, além das limitações de precisão e tamanho físico das primeiras impressoras 3D (TANEVA, KUSNOTO e EVAN, 2015).

Entre as vantagens da impressão tridimensional está a capacidade de confeccionar uma peça física a partir de um modelo 3D virtual em um curto espaço de tempo, redução de possíveis imprecisões relacionadas à contração, expansão ou deformação do material de moldagem (FAVERO et al., 2019; GJELVOLD et al., 2016; KIM et al., 2020 e MOTA JUNIOR, 2018).

Ao utilizar modelos dentários impressos em 3D para fins clínicos, a precisão do resultado impresso deve ser garantida (KIM et al., 2018). Há uma literatura limitada sobre a precisão dos modelos dentários impressos em 3D. A maioria dos estudos apresentaram tamanhos de amostra reduzido e usaram impressões digitais que não foram registradas diretamente da boca do paciente. A precisão de uma impressora 3D deve ser confirmada por meio de pesquisas para que ela seja incorporada à especialidade ortodôntica (LECOCQ et al., 2016).

## **2 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a concordância de medidas lineares horizontais e verticais obtidas nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 IMPRESSÃO 3D

A manufatura aditiva (MA) ou prototipagem rápida foi aclamada como a terceira revolução industrial, pois causou uma mudança de paradigma na forma como os objetos passaram a ser fabricados. Convencionalmente, converter uma matéria-prima em um produto utilizável totalmente acabado e montado compreende várias etapas que podem ser eliminadas usando esse processo, pois produtos funcionais podem ser criados diretamente a partir da matéria-prima em uma fração do tempo originalmente consumido. A MA está sendo cada vez mais usada no setor de saúde, devido ao seu potencial e requisitos necessários como exatidão e precisão (BHARGAV et al., 2018 e TAHAYERI et al., 2018).

Uma das tecnologias digitais é a modelagem tridimensional, que usa dados escaneados ou impressões digitais para criar modelos digitais. Essas impressões digitais podem ser adquiridas indiretamente de modelos ou impressões de um paciente usando um scanner de mesa, ou diretamente da cavidade oral do paciente usando um scanner intraoral. Na ortodontia, a técnica de prototipagem rápida mais comum é a impressão 3D. (BROWN et al., 2018 e FAVERO et al., 2017).

Desde o advento da MA, a personalização tornou-se uma realidade viável. É possível criar implantes personalizados em uma fração do tempo e do custo inicialmente previstos devido à versatilidade do processo de impressão 3D. As aplicações de MA na odontologia incluem também, implantes maxilofaciais, dentaduras, e outros auxiliares protéticos. Também pode ser usado no treinamento e planejamento cirúrgico, pois os modelos anatômicos podem ser criados com facilidade usando a impressão 3D. Em 2006, Ciuffolo fabricou uma moldeira para colagem indireta de bráquetes por meio de prototipagem rápida para uso clínico. (BHARGAV et al., 2018; BROWN et al., 2018; LECOCQ et al., 2016 e KIM et al. 2018).

Algumas características da impressão 3D são a capacidade de permitir customizações, a versatilidade de materiais, a facilidade de fabricação, o tempo de produção rápido e o menor desperdício de material, pois ao contrário da usinagem e outros processos de fabricação subtrativos, muito pouco ou nenhum material é

descartado (BHARGAV et al., 2018). As considerações críticas para aplicações clínicas são exatidão, precisão, facilidade de uso e velocidade de impressão. (COUSLEY, 2020). Os tratamentos ortodônticos bem-sucedidos dependem em grande parte do planejamento cuidadoso do tratamento com base na precisão da reprodução de detalhes nas impressões dentárias (COUSLEY, 2020 e FAVERO et al., 2019).

### **3.2 PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D**

O processo de impressão 3D envolve a criação de um objeto a partir da matéria-prima camada por camada. Uma imagem virtual do objeto é cortada em várias camadas, que são fundidas por meio de um agente de ligação ou por sinterização. O processo de criação de qualquer órgão modelo ou implante começa com uma varredura para obter uma imagem do órgão (BHARGAV et al., 2018 e PINHEIRO et al., 2018). Na odontologia essa varredura se dá por um escaneamento intraoral, onde é criado um mapa topográfico da dentição e dos tecidos moles adjacentes. Embora o modelo digital resultante possa ser visualizado no software do scanner, para fins físicos, ele precisa ser exportado como um arquivo de linguagem de mosaico padrão (STL). Este formato 3D universal representa a geometria da superfície como milhares de triângulos vinculados e o torna adequado para manipulação de software de computador CAD, o qual é utilizado para processar o arquivo e prepará-lo para impressão (AZLIN et al., 2022; COUSLEY, 2020 e PACHECO-PEREIRA et al., 2015). As imagens obtidas são empilhadas para formar uma estrutura. Esse processo de fatiar uma estrutura em imagens bidimensionais e reconstruí-la a partir de uma estrutura é conhecido como tesselação (BHARGAV et al., 2018). Desta forma os modelos são construídos para impressão baseados no princípio da adição camada por camada de material com resina líquida, usando um laser ultravioleta (SLA) ou um projetor de luz visível (DLP) para fotopolimerização. (STANSBURY e IDACAVAGE, 2016) O tempo necessário para produzir modelos 3D depende do número de camadas impressas. (COUSLEY, 2020; KRAVITZ et al. 2018 e SHIM et al., 2020).

De acordo com Amuk, Karsli e Kurt (2019) os dois formatos populares entre as impressoras 3D disponíveis comercialmente para aplicações ortodônticas são a

impressão 3D a jato de tinta e a estereolitografia (SLA). Ademais, a impressão 3D representa o estágio final na utilização total de escaneamento intraoral e modelos digitais (COUSLEY, 2020).



Figura 1. Esquema do processo de produção de um modelo impresso em 3D.

Fonte: adaptação de BROWN et al. 2018.

De acordo com Brown et al. (2018), a precisão de um scanner intraoral em condições clínicas sugeriu que as condições orais como, saliva e movimentos afetam a precisão. Além disso, segundo Kim et al. (2020) o erro da máquina de impressão pode ser afetado pelo ambiente ao redor, incluindo temperatura, umidade, vibração, bem como pelos materiais utilizados. Já o erro humano, pode ser causado pela variação do observador durante as medidas com paquímetro digital.

### 3.3 VANTAGENS DOS MODELOS IMPRESSOS

Na chamada técnica “convencional”, um molde é produzido após uma impressão ter sido feita com uma moldeira preenchida com um material de impressão. As impressões feitas com hidrocolóides irreversíveis devem ser vazadas imediatamente, pois o vazamento tardio influencia negativamente sua estabilidade dimensional e precisão (GJELVOLD et al., 2016). Os modelos convencionais são propensos a erros de técnica clínica, distorção de impressões e encolhimento dos

materiais do modelo. Por outro lado, um modelo impresso em 3D é uma reprodução da dentição mais resistente, permitindo que um modelo de plástico seja usado várias vezes, além disso, ainda é possível identificar e reparar defeitos de escaneamento antes da impressão do modelo. Esses defeitos são devidos à aquisição insuficiente de dados de superfície durante o estágio de digitalização (COUSLEY, 2020 e FAVERO et al., 2019).

Autores como Cousley (2020) e Favero et al. (2019) apontaram potenciais economias de custos de mão-de-obra e materiais com modelos impressos em relação aos processos e materiais de modelos convencionais. Um escaneamento intraoral completo leva um tempo semelhante para fazer impressões de alginato e um registro oclusal. No entanto, as impressões dentárias precisam ser desinfetadas, ensacadas e recortadas. Isso envolve tempo direto da equipe e atrasos indiretos enquanto as impressões desinfetam e o material do modelo toma presa. Por outro lado, um número crescente de softwares digitais e etapas físicas estão se tornando automatizados, reduzindo o envolvimento da equipe. Não há necessidade de terceirizar aparelhos, como por exemplo, enviar pedidos à laboratórios de prótese para confecção de retentores ortodônticos e alinhadores, o que reduz o tempo de retorno e potencialmente os custos diretos e indiretos. Segundo Barbosa e Palma (2021), o fato de eliminar etapas clínicas e laboratoriais, diminui o tempo de tratamento ortodôntico, favorecendo maior conforto ao paciente, além de uma melhor previsibilidade do tratamento e melhora na aceitação do paciente.

Outras vantagens da utilização de modelos impressos apresentadas por Gjelvold et al. (2016) incluem, a prevenção de um possível reflexo de engasgo e a diminuição do desconforto em pacientes com abertura bucal limitada. Considerando o nível de dificuldade julgado pelo dentista, o scanner intraoral parece ser mais fácil de manusear do que os materiais de impressão convencionais. Redigitalizar as áreas ausentes parece ser mais conveniente e menos trabalhoso do que refazer toda a moldagem com uma técnica convencional.

A mudança para a impressão 3D requer um investimento de capital para a compra da impressora 3D e do hardware de pós processamento. Software adicional (ou licenças) também é necessário. Depois, há custos recorrentes de consumíveis, por exemplo, resina de impressora. Ademais, a necessidade de a equipe odontológica

dominar novas habilidades pode ser um grande obstáculo inicial, uma vez que eles podem não estar familiarizados com software e hardware 3D. Portanto, a introdução de um fluxo de trabalho digital requer tempo para treinamento da equipe e, possivelmente, velocidades de processamento mais lentas durante a fase de aprendizado (COUSLEY, 2020 e FAVERO et al., 2019).

## 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 (exceto terceiros molares), ter mais de 18 anos, não apresentar desgastes severos nos elementos dentários, não apresentar má oclusão, apinhamento ou 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 diretamente no paciente (Quadro 1). 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 concluída.

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 segundos 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 impresso. Os modelos impressos foram adquiridos em impressora 3D (*Anycubic Photon S*) e medidos com paquímetro digital. As medidas foram feitas duas vezes, com intervalo de 30 dias para a realização do CCI.

A concordância das medidas obtidas nos modelos impressos 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 em conjunto, assim como das medidas horizontais e verticais isoladamente.



Figura 2: Imagem da medição de distância intercuspídea com paquímetro digital no modelo impresso para obtenção das medidas horizontais.



Figura 3: Imagem da medição de altura do longo eixo do dente com paquímetro digital no modelo impresso para obtenção da medida vertical

## 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 impressos e nas medidas obtidas diretamente na boca dos respectivos pacientes (400 medidas nos modelos impressos e 400 medidas obtidas diretamente na boca dos pacientes) 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 impressos e das medidas obtidas na boca dos respectivos pacientes, média da diferença entre as medições nos modelos impressos e medições obtidas diretamente na boca dos pacientes, 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

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

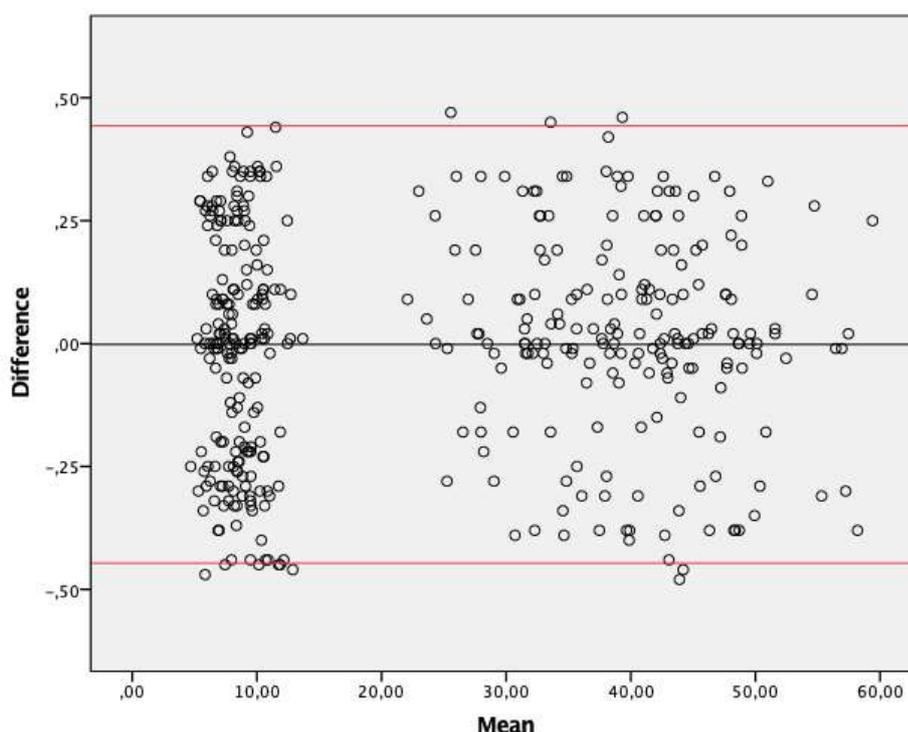
Tabela 2: Teste t para avaliação da igualdade da média das diferenças a zero.

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

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

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. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas vermelhas correspondem aos intervalos de confiança superior e inferior de 95%.



FONTE: Elaborado pelo autor (2023).

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 (se houve tendência a concentrar superior ou inferiormente à média central)

Modelo		Coeficientes <sup>a</sup>				
		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		Sig.
		B	Erro Padrão	Beta	t	
1	Constante	-0,014	0,020		-0,696	0,487
	Média	0,000	0,001	0,036	0,727	0,468

<sup>a</sup>: 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 impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes concordam entre si (Tabelas 4 a 7)

Tabela 4: Tabela das N medidas dos modelos impressos e das medidas obtidas na boca dos respectivos pacientes, 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

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

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

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Tabela 6: Tabela das N medidas dos modelos impressos e das medidas obtidas diretamente na boca dos respectivos pacientes, média da diferença entre as medições nos modelos impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes 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

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

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

Teste de uma amostra  
Valor de Teste = 0

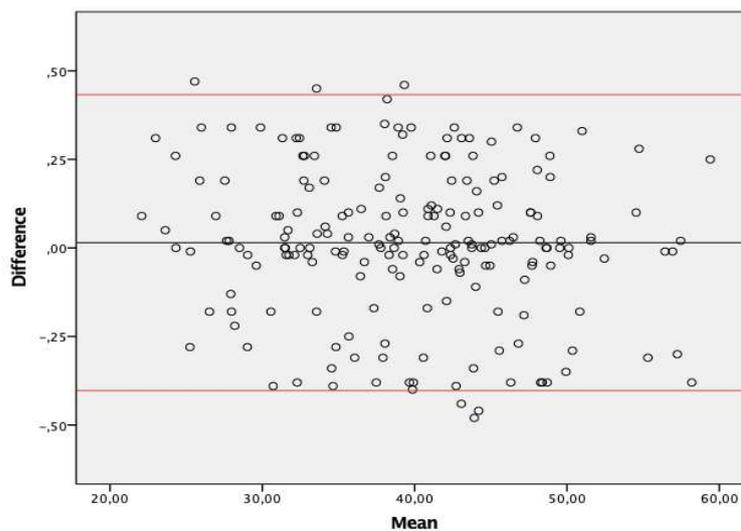
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
Diferença	-1,103	199	0,271	-0,01865	-0,0520	0,0147

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

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 impressos e diretamente na boca dos respectivos pacientes são

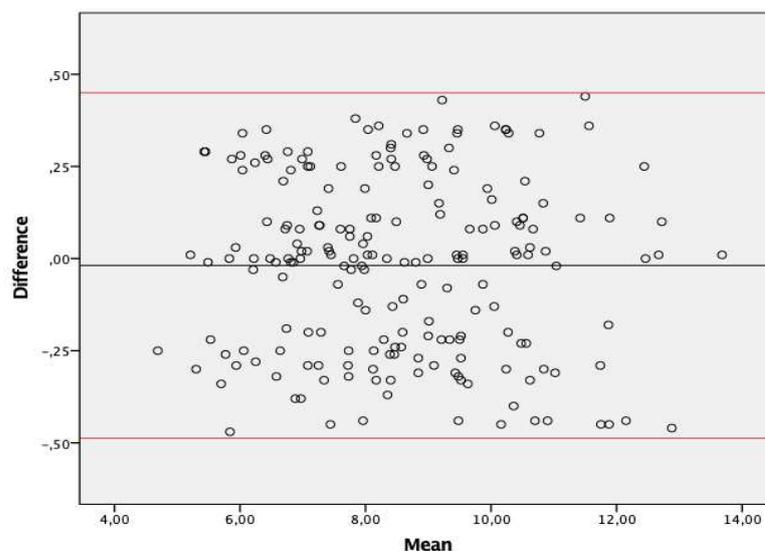
concordantes. Os valores fora do zero estão dentro do intervalo de confiança de 95%, o que determina que são métodos concordantes entre si.

Gráfico 2: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas avaliadas. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas vermelhas correspondem aos intervalos de confiança superior e inferior de 95%.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 3: Gráfico de Bland-Altman para todas as medidas avaliadas. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas vermelhas correspondem aos intervalos de confiança superior e inferior de 95%.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

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 (se houve tendência a concentrar superior ou inferiormente à média central)

Modelo		Coeficientes <sup>a</sup>				Sig.
		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		
		B	Erro Padrão	Beta	t	
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

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 9: Regressão linear para avaliação do viés de proporção das médias (se houve tendência a concentrar superior ou inferiormente à média central)

Modelo		Coeficientes <sup>a</sup>				Sig.
		Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		
		B	Erro Padrão	Beta	t	
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

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

## 6 DISCUSSÃO

Uma das principais análises necessárias ao adotar uma nova técnica em qualquer área profissional, é verificar se a técnica apresenta resultados iguais ou superiores aquela já utilizada e se a substituição traz vantagens que justifiquem os investimentos necessários para a sua adoção. Na odontologia, fatores como precisão, conforto e tempo são critérios de avaliação e vantagens fundamentais.

A tecnologia da impressão 3D vem sendo inserida cada vez mais nas diversas especialidades da odontologia, justamente pela promessa de resultados mais precisos, conforto para o profissional e para o paciente e rapidez nos processos. Estudos vêm demonstrando resultados favoráveis quanto a esses aspectos (ABDUO e ELSEYOUFI, 2018).

De acordo com Cousley (2020) e Favero et al. (2019), o termo precisão refere-se ao grau de proximidade de um modelo impresso em 3D com as dimensões de sua versão digital. Precisão é a repetibilidade ou confiabilidade deste processo. Bósio, Del santo e Jacob (2017) acrescentaram também que a precisão se refere à acuidade mantida em repetições, sendo acuidade a comparação entre representação criada (física - modelo impresso ou virtual - representação gráfica) e a realidade. Desta forma, no presente estudo valor da significância da Média dos dois métodos foi  $p=0,468$  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.

Segundo Dutra et al. (2022), o gráfico Bland-Altman calcula a média da diferença entre as duas medidas (teste-reteste ou inter-avaliador) e o intervalo de confiança de 95% para determinar a magnitude da discordância e a existência de erros e padrões sistemáticos entre as duas medidas. O gráfico de Bland-Altman foi proposto como um método melhor para determinar a confiabilidade. (GORACCI et al., 2016). A repetibilidade refere-se à consistência entre as medições replicadas enquanto a reprodutibilidade é determinada pela concordância entre examinadores (GORACCI et al. 2016). O coeficiente de correlação intraclassa (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. O teste Bland-Altman mostrou excelente concordância indicando que os escores obtidos na primeira avaliação estavam concordando com as

da segunda em 95% dos casos. Observou-se também excelente concordância inter-examinadores, confirmando que os escores do examinador A estavam em concordância com as do examinador B em 95% das avaliações. Os gráficos de Bland-Altman mostraram que não foi observado erro sistemático, ou seja, não houve tendência de subestimar ou superestimar valores.

Os estudos feitos com modelos impressos (ARAFA, 2018; FUEKI et al., 2021; VIRARD et al., 2018; WU; LI; ZHANG, 2017) suportam resultados que de que esses modelos são excelentes substitutos aos modelos de gesso para a utilização na Ortodontia com relação a maior velocidade e precisão, melhor conforto para o paciente além da redução de possíveis deformações do material utilizado. Na ortodontia, os autores Emerick, Sandro e Gonçalves (2022) descreveram que o modelo impresso é uma excelente técnica de manuseio podendo contribuir no diagnóstico fornecendo diversas informações como determinar o formato e tamanho das arcadas, tipo de maloclusão, apinhamentos, discrepâncias, simulação de tratamento e posicionamento de braquetes.

Buscando avaliar a concordância de medidas horizontais e verticais em modelos impressos e medidas obtidas diretamente na boca dos pacientes, no presente estudo, foram feitas medidas das distâncias horizontais intermolares, interpré-molares, intercaninos e verticais cérvico-incisal dos 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.

O uso da tecnologia de impressão 3D já é uma realidade nas clínicas e consultórios, sendo não só possível como totalmente alcançável obter resultados satisfatórios. Reduzindo o número de etapas, economizando tempo e os modelos dentários são reconstruídos com alto nível de precisão, forma e com reprodutibilidade pertinente. O resultado do presente estudo vai de encontro do que se observa na literatura sobre a utilização da técnica.

## **7 CONCLUSÃO**

No presente estudo as medidas realizadas nos modelos impressos foram concordantes com as respectivas medidas obtidas diretamente na boca dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

ABDUO J.; ELSEYOUFI M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. **Eur J Prosthodont Restor Dent**, v.26, n.3, p.101-121, 2018.

AMUK, M.; KARSLI, E.; KURT, G. Comparison of dental measurements between conventional plaster models, digital models obtained by impression scanning and plaster model scanning. **Int Orthod**, v.17, n.1, p. 151-158, 2019.

ARAFA, K.A.O. Assessment of the fit of removable partial denture fabricated by computer-aided designing/computer aided manufacturing technology. **Saudi Med J**, v. 39, n. 1, p.17-22, 2018.

AZLIN, M.N.M. et al. "3D Printing and Shaping Polymers, Composites, and Nanocomposites: A Review." **Polymers**, v.14 n.1, p.180, 2022.

BHARGAV A., et al. Applications of additive manufacturing in dentistry: A review. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**. v. 106 n. 5, p. 2058-2064, 2018.

BÓRIO, J.A.; DEL SANTO, M.; JACOB, H.B. Odontologia digital contemporânea – scanners intraorais digitais. **Ortho Sci Pract**, v. 10, n. 39, p. 355- 362, 2017.

BROWN, G.B. et al. Accuracy of 3- dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. **Am J Orthod Dentofac Orthop**. v.154, n. 5, p.733- 739, 2018.

COUSLEY, R. Introducing 3D printing in your orthodontic practice. **J Orthod**. v.47, n. 3, p. 265-272, 2020.

DUTRA, F.C.M.S. et al. A Confiabilidade interavaliadores e teste-reteste da Escala de Participação em pacientes após acidente vascular cerebral. **Acta Fisiatr**, v.29, n.1, p.42-49, 2022.

EMERICK, R.B.; GONÇALVES, S.S.; LABUTO, M.M. obtenção de modelos digitais e sua contribuição na odontologia. **Cad Odont Unifeso**. v.4, n.2, p. 159-166, 2022.

FAVERO, C.S. et al. Effect of print layer height and printer type on the accuracy of 3-dimensional printed orthodontic models. **Am J Orthod Dentofac Orthop.** v.152 n. 4, p. 557-565, 2017.

FAVERO, R. et al. Accuracy of 3D digital modeling of dental arches. **Dental Press J Orthod.** v. 24, n. 1, p. 38e.- 38e.7, 2019.

FUEKI, K. et al. A systematic review of digital removable partial dentures.Part I: Clinical evidence, digital impression, and maxillomandibular relationship record. **J Prosthodont Res,** v. 66, n.1, p. 40-52, 2022.

GJELVOLD, B. et al. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. **J Prosthodont Res,** v. 25, n. 4, p. 282– 287, 2016.

GORACCI, C. et al. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. **Eur J Orthod.** v. 38, n. 4, p. 422-428, 2015.

KIM, S.Y. et al. Precision and trueness of dental models manufactured with different 3- dimensional printing techniques. **Am J Orthod Dentofac Orthop.** v. 153, n. 1, p. 144–153, 2018.

KIM, T. et al. Accuracy of a simplified 3D-printed implant surgical guide. **J Prosthet Dent.**v.124, p. 195- 201, 2020.

KRAVITZ, N. D. et al. CAD/CAM Software for Three- Dimensional Printing. **J Clin Orthod,** v. LII, n. 1, p.22-27, 2018.

LECOCQ, G. et al. Digital impression-taking: Fundamentals and benefits in orthodontics. **Int Orthod.** v. 14, n. 2, p. 184-194, 2016.

MOTA JÚNIOR, S.L. Cinco tópicos tecnológicos na ortodontia atual. **HU Revista,** Juiz de Fora, v. 44, n. 1, p. 77-84, 2018.

MÜHLEMANN, S. et al. Is the use of digital technologies for the fabrication of implant-supported reconstructions more efficient and/or more effective than conventional techniques: a systematic review. **Clin Oral Implants Res.** v. 29, p. 184-195, 2018.

PACHECO-PEREIRA, C. et al. Variation of orthodontic treatment decision-making based on dental model type: A systematic review. **Angle Orthod.** v. 85, n.3, p.501-509, 2015.

PINHEIRO, C.M.P. et al. Impressoras 3D: uma mudança na dinâmica do consumo. **Signos do Consumo**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 15-22, 2018.

REVILLA-LEÓN, M. et al. Digital tools and 3D printing technologies integrated into the workflow of restorative treatment: A clinical report. **J Prosthet Dent.** v. 121, n. 1, p. 3-8, 2019.

SHIM, J.S. et al. Printing accuracy, mechanical properties, surface characteristics, and microbial adhesion of 3D-printed resins with various printing orientations. **J Prosthet Dent.** v. 124, p. 468-475, 2020.

STANSBURY, J.W.; IDACAVAGE, M.J. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. **Dent Mater.** v. 32, n. 1, p. 54–64, 2016.

TAHAYERI, A. et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. **Dent Mater.** v. 34, n. 2, p. 192-200, 2018.

TANEVA, E.; KUSNOTO, B.; EVAN, C.A. 3D Scanning, Imaging, and Printing in Orthodontics. In: Bourzgui F, editor. **J Contemp Orthod** p.147-188, 2015.

VIRARD, F. et al. Manufacturing of an immediate removable partial denture with an intraoral scanner and CAD-CAM technology: a case report. **BMC Oral Health**, v. 18, n.1, p. 1-6, 2018.

WU, J.; LI, Y.; ZHANG, Y. Use of intraoral scanning and 3-dimensional printing in the fabrication of a removable partial denture for a patient with limited mouth opening. **J Am Dent Assoc** , v.148, n. 6, p. 338-341, 2017.