



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA GEBERT DE OLIVEIRA FRANCO

**COMPARAÇÃO DO ESCANEAMENTO DIGITAL REALIZADO EM DENTES  
ARTIFICIAIS PREPARADOS PARA COROA CERÂMICA, MOLDES E  
MODELOS DE GESSO: MÉTODO SUBSTITUTO DA MOLDAGEM  
CONVENCIONAL COM MATERIAIS ELASTOMÉRICOS**

CURITIBA

2019

ANA PAULA GEBERT DE OLIVEIRA FRANCO

**COMPARAÇÃO DO ESCANEAMENTO DIGITAL REALIZADO EM DENTES  
ARTIFICIAIS PREPARADOS PARA COROA CERÂMICA, MOLDES E  
MODELOS DE GESSO: MÉTODO SUBSTITUTO DA MOLDAGEM  
CONVENCIONAL COM MATERIAIS ELASTOMÉRICOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Prótese Dentária, no Curso de Pós-Graduação em Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nerildo Luiz Ulbrich.

CURITIBA

2019

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

ANA PAULA GEBERT DE OLIVEIRA FRANCO

### **COMPARAÇÃO DO ESCANEAMENTO DIGITAL REALIZADO EM DENTES ARTIFICIAIS PREPARADOS PARA COROA CERÂMICA, MOLDES E MODELOS DE GESSO: MÉTODO SUBSTITUTO DA MOLDAGEM CONVENCIONAL COM MATERIAIS ELASTOMÉRICOS**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Prótese Dentária, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Prótese Dentária.

---

Prof. Dr. Nerildo Luiz Ulbrich

Orientador(a) – Departamento de Odontologia, UFPR.

---

Prof. Dr. Marcos André Kalabaide Vaz

Departamento de Odontologia, UFPR.

---

Profa. Dra. Yasmine Mendes Pupo.

Departamento de Odontologia, UFPR.

Curitiba, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Dedico este trabalho a minhas filhas Giovana e Gabriele e ao meu marido José Gustavo que durante o curso entenderam minha ausência e me deram forças para seguir em frente.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida, saúde e sabedoria.

Agradeço a minha família, sem eles nada seria possível. A meu esposo José Gustavo, que sempre me apoiou em todas minhas escolhas. A minha mãe Kleyde e meu irmão Fabiano, que me ajudaram alguns dias com as crianças dedicando todo o seu amor, me possibilitando frequentar as aulas. A meu pai Gerson, que é meu exemplo de vida, de superação e que me auxiliou com tudo que foi necessário. Às minhas irmãs Andrea e Adriana por me ajudarem com as atividades durante o curso.

Agradeço ao professor Nerildo Ulbrich pela orientação, amizade e apoio durante todo o trabalho e curso.

Agradecimento a todos os professores do Curso de Especialização em Prótese Dentária que me ensinaram novos conceitos e suas aplicações clínicas.

Agradeço a Patrícia Calgaro por disponibilizar o escâner intraoral, seu conhecimento e por me auxiliar na realização da pesquisa.

Agradeço a Mauren Abreu por disponibilizar o espaço, o software computacional e seu conhecimento científico na área de engenharias biomédicas para o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a Manoella M. M. Costa por compartilhar da idéia e realizar os experimentos em conjunto.

Agradeço à Professora Osnara Maria Mongruel Gomes por sua amizade, pela parceria e por acreditar em minha formação.

Agradeço ao Professor Fábio André Santos pelo auxílio com a análise estatística do presente trabalho.

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo foi avaliar a precisão entre os valores reais e virtuais obtidos por meio do paquímetro digital e por meio do escâner intraoral Trios 3-Shape em dente artificial preparado para coroa ceramo-cerâmica e modelo de gesso. Analisar a concordância entre as imagens tri-dimensionais do dente artificial preparado, molde e modelo de gesso por meio do programa Geomagic.

**Material e Métodos:** Foram selecionados 10 dentes artificiais preparados para coroa total ceramo-cerâmica do fabricante P-Oclusal. Os dentes foram moldados com silicone de adição e os moldes vazados em gesso especial tipo IV. Os dentes preparados, os moldes e os modelos de gesso foram escaneados por meio do escâner intraoral Trios 3-Shape. Foram realizadas sobreposições de imagens e medições em regiões pré-determinadas no software de análise tri-dimensional Geomagic. Os dados foram tabulados no programa Excel e submetidos à análise estatística no GraphPad Prism versão 7.0 utilizando-se o teste de Bland-Altman observando os limites de concordância entre os espécimes analisados. Os dados obtidos das medições comparando os modelos real e virtual foram analisados estatisticamente por meio do teste t-Student pareado.

**Resultados:** Os dados obtidos da mensuração revelaram boa acurácia para as dimensões coronárias méso-distal e vestibulo-lingual em linha e em curva, da porção coronária incluindo ou não o término cervical do dente preparado quando avaliados modelo real, molde e modelo de gesso, pois os valores se apresentaram dentro dos limites de concordância. As comparações entre modelos real e virtual revelaram valores estatisticamente diferentes para as linhas vestibulo-lingual dos preparos coronários do modelo de gesso e dente artificial e méso-distal do término cervical do dente ( $p < 0,05$ ). A linha vestibulo-lingual do término cervical do modelo de gesso não apresentou diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) e as outras linhas mostraram diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ), porém sem relevância clínica.

**Conclusões:** Os escâneres são ferramentas úteis para auxiliar na mensuração das dimensões de preparos dentários, porém deve-se ter a preocupação da fidelidade das imagens tri-dimensionais que podem influenciar na adaptação das coroas totais protéticas.

**Palavras-chave:** Imagem Tridimensional, Preparo do Dente, Dente Artificial, Molde, Modelo.

## ABSTRACT

**Objective:** The general objective was to evaluate the agreement between the real and virtual values obtained by means of the digital caliper and the Trios 3-Shape intraoral scanner in artificial teeth prepared for ceramic ceramics crown, polyvinyl siloxane material mold and plaster model. **Materials and Methods:** Ten artificial teeth (P-Occlusal) prepared for the total ceramic crown were selected. The teeth were molded with polyvinyl siloxane material and the molds cast in special type IV gypsum. The prepared teeth, molds and plaster models were scanned using the intraoral scanner Trios (3-Shape). Overlaps of images and measurements were performed in predetermined regions in Geomagic three-dimensional analysis software. The data were tabulated in the Excel program and submitted to statistical analysis in GraphPad Prism version 7.0 using the Bland-Altman test, observing the limits of agreement between the analyzed specimens. The data obtained from the measurements comparing the real and virtual models were statistically analyzed using the paired Student t test. **Results:** Measurement data revealed good accuracy for the mesio-distal and bucco-lingual dimensions in line and curve, of the coronary portion, including or not the cervical margin of the prepared teeth, when the real model, mold and plaster were evaluated. The values are within the limits of agreement. The comparisons between real and virtual models revealed statistically different values for the bucco-lingual lines of the coronary preparations for the plaster model and artificial tooth and mesio-distal of the cervical end of tooth ( $p < 0.05$ ). The vestibular-lingual line of the cervical end did not show statistical differences ( $p > 0.05$ ) and the other lines showed statistical differences ( $p < 0.05$ ), but without clinical relevance. **Conclusions:** The scanners are useful tools to assist in the measurement of dental preparation dimensions. However, one should be concerned about the fidelity of the three-dimensional images that may influence the adaptation of the prosthetic total crowns.

**Keywords:** Three-Dimensional Image, Tooth Preparation, Artificial Tooth, Mold, Model.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Dente artificial com preparo padronizado pelo fabricante P-Oclusal.....	30
FIGURA 2 - A) Scanner Trios 3shape; B) Imagem obtida do escaneamento do dente preparado.....	31
FIGURA 3 - A) Material de Moldagem à base de silicone de adição Elite HD; B) Molde de silicone de adição (Elite HD) do dente preparado.....	31
FIGURA 4 - Imagem obtida do escaneamento do molde de silicone de adição (Elite HD).....	32
FIGURA 5 - Modelo de gesso do dente preparado obtido por meio da moldagem de silicone de adição.....	32
FIGURA 6 - Imagem obtida do escaneamento do modelo de gesso.....	32
FIGURA 7 - Representação das regiões mensuradas.....	34
FIGURA 8 - Paquímetro digital Mitutoyo para medição do modelo de gesso e dente artificial.....	35
FIGURA 9 - Sobreposição das imagens do dente artificial preparado e modelo de gesso, sendo (A) a vista oclusal, (B) vista lingual, (C) vista vestibular da imagem.....	41
FIGURA 10 - Sobreposição das imagens do dente artificial preparado e molde, sendo (A) a vista oclusal, (B) vista lingual, (C) vista vestibular da imagem.....	41
FIGURA 11 - Sobreposição das imagens do modelo de gesso e molde, sendo (A) a vista oclusal, (B) vista lingual, (C) vista vestibular da imagem.....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha méso-distal do preparo coronário em dente, molde e modelo de gesso, dente e molde (A); dente modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).....	36
GRÁFICO 2 – Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da curva méso-distal do preparo coronário em dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).....	37
GRÁFICO 3 – Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha méso-distal coronária incluindo o término cervical do preparo dentário em dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).....	37
GRÁFICO 4 – Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha vestibulo-lingual coronária do preparo no dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).....	38
GRÁFICO 5 – Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da curva vestibulo-lingual coronária do preparo no dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).....	39
GRÁFICO 6 – Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha vestibulo-lingual coronária incluindo o término cervical do preparo em dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).....	39
GRÁFICO 7 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do preparo coronário no modelo de gesso por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	43
GRÁFICO 8 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do preparo coronário no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	43

GRÁFICO 9 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha méso-distal do término cervical no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	43
GRÁFICO 10 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do término cervical no modelo de gesso por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	44
GRÁFICO 11 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha méso-distal do preparo coronário no modelo de gesso por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	44
GRÁFICO 12 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha méso-distal do preparo coronário no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	44
GRÁFICO 13 – Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do término cervical no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UTFPR	- Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
CAD/CAM	- “Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing.”
ADA	- “American Dental Association.”
STL	- Estereolitografia.
RMS	- Média da raiz quadrada.
REF	- Referência.
SPSS	- “Statistical Package for the Social Sciences.”
3D	- Tridimensional.

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	- porcentagem.
°	- graus.
mm	- milímetro.
°C	- graus Celsius.
µm	- micrômetro.
N	- Newtons.
x	- vezes.
X	- versus.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos.....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	MATERIAIS DE MOLDAGEM ELASTOMÉRICOS .....	15
2.2	ESPECIAL TIPO IV.....	21
2.3	ESCÂNERES INTRAORAIS.....	22
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	48
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A odontologia restauradora atual permite reabilitar dentes cariados, fraturados (com ou sem envolvimento pulpar) e perdidos.<sup>1</sup> Dentes que apresentam extensa perda tecidual coronária necessitam serem preparados para receberem peças protéticas que substituem parcial ou totalmente suas porções coronárias.<sup>2</sup> Após o preparo dental o cirurgião-dentista deve realizar procedimentos que auxiliem na reprodução fiel do remanescente coronário e das estruturas anatômicas circunjacentes como tecido gengival, volume ósseo, mucosa jugal e inserções musculares. Até pouco tempo atrás a cópia era obtida por meio do ato da moldagem dental. A partir da moldagem é obtido o molde que é utilizado para a reprodução do modelo de gesso positivo dos arcos dentais e estruturas.<sup>3</sup>

O material de moldagem ideal é aquele que tem a capacidade de capturar com precisão os detalhes das estruturas bucais, desloca-se da boca sem distorção, permanecendo dimensionalmente estável sobre a bancada ou quando o gesso é vazado sobre ele.<sup>4</sup>

Existem alguns requisitos para o material de moldagem como: ser suficientemente fluido para se adaptar aos tecidos orais e viscoso para manter-se na moldeira, a impressão não deve distorcer ou lacear quando removida da boca, manter-se estável até a obtenção do modelo, deve ser de fácil desinfecção sem perda de acuracidade, compatível com os materiais de confecção de modelos e troquéis, não conter constituintes tóxicos ou irritantes, apresentar tempo de armazenagem adequado, consistência e textura satisfatórias, ser de fácil manipulação, apresentar fidelidade de cópia.<sup>4</sup>

Na prótese fixa os materiais elastoméricos têm sido comumente utilizados para moldar elementos dentários preparados.<sup>5</sup> A introdução dos silicones à base de vinil polisiloxano que se polimerizam por meio de uma reação de adição tem demonstrado estabilidade dimensional clinicamente superior aos demais elastômeros. Essa estabilidade é atribuída à ausência da formação de subprodutos voláteis da reação como a água e o álcool que são normalmente produzidos pelos polisulfetos e silicones de condensação durante sua presa.<sup>6</sup> A perda desses produtos pode gerar significativa contração do material. Vários estudos têm relatado que os silicones de adição apresentam pequena alteração

dimensional quando comparados com os polissulfetos e com os silicones de condensação.<sup>1,3,7-12</sup>

Atualmente está ocorrendo uma revolução tecnológica digital no que se refere à cópia fiel de dentes preparados ou não, tecidos e estruturas circunjacentes a eles e implantes com finalidade de reabilitação protética.

Os sistemas CAD-CAM (computer-aided design and computer-aided manufacturing) têm se tornado muito populares nos últimos 25 anos. Os primeiros escâneres criados foram os extraorais que permitiam a cópia dos dentes preparados por meio de um modelo de gesso. Mais recentemente, foram gerados novos sistemas constituídos de um escâner intraoral, um computador contendo um software CAD e uma máquina de fresagem.

A maior vantagem dos sistemas intraorais é que eles permitem aquisição dos dados diretamente do dente preparado, o que elimina a necessidade de uma impressão convencional e promove a redução do desconforto do paciente associado ao ato de impressão.<sup>13-15</sup> Isso permite redução de custo e de tempo clínico. Coroas, facetas, inlays e onlays podem ser realizadas em uma única sessão a partir desse método. Além disso, esse método permite o armazenamento permanente dos dados. Estudos presentes na literatura têm demonstrado a grande fidelidade de reprodução dos escâneres intraorais.<sup>16-18</sup>

Todos os sistemas digitais têm permitido melhor controle da adaptação marginal e interna da restauração devido à magnificação do dente escaneado e da capacidade de reexaminar áreas reproduzidas de forma insuficiente.<sup>19</sup> Entretanto, múltiplos fatores podem influenciar na adaptação da prótese incluindo o desenho do preparo, a localização das margens, as técnicas de impressão e enceramento,<sup>20</sup> a precisão do sistema de fresagem, o tamanho da broca de fresagem, a espessura do espaço de cimentação e do material restaurador, a calibração do equipamento de fresagem e o sistema de captura de imagem.<sup>21-23</sup>

A longevidade das restaurações dentais depende diretamente da qualidade da impressão digital e do material de escolha.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL:**

O objetivo geral foi avaliar a precisão entre os valores reais e virtuais obtidos por meio do paquímetro digital e por meio do escâner intraoral Trios 3-Shape em dente artificial preparado para coroa de monobloco cerâmico e modelo de gesso. Analisar a concordância entre os valores obtidos das imagens tri-dimensionais do dente artificial preparado, molde e modelo de gesso por meio do programa Geomagic.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Avaliar a concordância dos valores mensurados para o dente artificial preparado para coroa monobloco cerâmico, o molde de silicone de adição e o modelo de gesso cujas imagens foram obtidas por meio do escâner intraoral Trios 3-Shape.
- Avaliar se houve alteração dimensional significativa do material de moldagem através dos valores de mensuração obtidos por meio do escaneamento intraoral quando comparados aos valores do dente preparado no software Geomagic;
- Identificar possíveis alterações significativas de expansão do gesso através dos valores obtidos por meio do escaneamento intraoral quando comparado com a mensuração do modelo do dente artificial preparado no software Geomagic.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 MATERIAIS DE MOLDAGEM ELASTOMÉRICOS**

Marcinak e Draughn.<sup>7</sup> avaliaram a estabilidade dimensional de materiais de impressão à base de silicone de adição. Foi construído um modelo mestre com 2 incisivos centrais superiores fixados em um bloco de resina acrílica. As impressões foram realizadas com os materiais: Permagem, Reflect, Repronil, President. Variou-se o tempo de vazamento do gesso em 10 e 30 minutos, 2, 4, 8, 24, 48, 96 e 168 horas. Os modelos de gesso foram medidos e comparados ao modelo mestre. Os resultados revelaram que o maior desvio para maior do modelo mestre foi de apenas 0,1% e o material Permagem produziu alterações subdimensionadas na faixa de 0,3%. Não houve nenhum aumento ou

diminuição significativa que ocorreu com o tempo. Os dados produzidos após 168 horas foram tão precisos quanto os produzidos após 10 minutos.

Williams *et al.*<sup>11</sup> avaliaram a alteração dimensional de 11 materiais de impressão dentre os quais 3 eram polissulfetos, um silicone de condensação, um poliéter e seis silicones de adição. Um modelo mestre metálico simulando um preparo de coroa total foi confeccionado com 6° de inclinação das paredes axiais. O modelo mestre foi moldado pelos materiais selecionados por meio de 2 técnicas de impressão: impressão em passo único e dupla impressão. Os materiais foram manipulados conforme as recomendações dos fabricantes. Os moldes foram vazados imediatamente, 1 hora, 4 horas e 24 horas. Os modelos de gesso foram separados do molde após 1 hora. Foram confeccionados copigs metálicos sobre os modelos de gesso que foram posteriormente assentados sobre o modelo mestre e medida a fenda em 10 regiões pré-selecionadas por meio de microscopia. Foram confeccionados 5 espécimes para cada material estudado. Os valores médios e desvios padrões das fendas foram calculados para cada grupo. Os resultados revelaram que os silicones de adição mostraram os melhores valores de estabilidade dimensional quando comparados aos polissulfetos. Os polissulfetos e o silicone de condensação demonstraram valores elevados de alteração dimensional após 1, 4 e 24 horas. A alteração dimensional dos silicones de adição foi insignificante. O poliéter mostrou expansão de presa.

Thongthammachat *et al.*<sup>24</sup> avaliaram a precisão dos moldes dentários por meio de diferentes tipos de moldeira (plástica ou metálica), de material de confecção da moldeira (resina acrílica, resina termoplástica, 2 tipos de resinas acrílicas fotopolimerizáveis) e 2 tipos de material de impressão (silicone de adição e poliéter). Os moldes foram vazados após 30 minutos, 6 horas, 24 horas e 30 dias. Foram determinados 8 pontos de referência e 12 distâncias medidos usando um microscópio. Os resultados demonstraram valores elevados de alteração dimensional para a moldeira realizada de material termoplástico associada a ambos os materiais de moldagem. As moldeiras de stock e as personalizadas não contribuíram para diferenças na precisão dos modelos. O poliéter apresentou frequentes distorções para todos os grupos analisados. O

silicone de adição mostrou valores clinicamente aceitáveis e estabilidade dimensional superior a 30 dias.

Petrie *et al.*<sup>25</sup> investigaram a estabilidade dimensional de silicones de adição hidrofílicos e hidrofóbicos em ambiente seco, úmido e em condições molhadas. Foram confeccionados espécimes seguindo a norma número 19 da ADA. As medições foram realizadas para avaliar a estabilidade dimensional e a reprodutibilidade. Os resultados revelaram não haver alterações dimensionais significantes para ambos os materiais variando de 0,005% a 0,002% ou menos, mas influenciaram na fidelidade de reprodução. Em ambiente seco ambos os materiais replicaram em 100% 2 das 3 linhas horizontais, em meio úmido 82% das impressões do Aquasil e 100% das impressões do Reprosil foram julgadas satisfatórias, e em meio molhado 47% do Aquasil e 11% do Reprosil foram satisfatórias. Portanto a estabilidade dimensional foi boa para ambos os materiais, porém a reprodutibilidade de detalhes foi melhor em condições secas para ambos os materiais.

Johnson *et al.*<sup>26</sup> estudaram se o tipo de material, a viscosidade e a presença de umidade afetam a reprodução de detalhes das impressões elastoméricas. Foram utilizados no estudo poliéteres e polivinil siloxanos de viscosidade única (Impregum Penta, President MonoBody, Extrude MPV e Aquasil) ou dupla (Impregum Penta/Permadyne Garant, Dimension PentaH/Dimension Garant L, Extrude Extra/Extrude Wash e Aquasil/Aquasil LV). Foi construído um modelo padrão a ser moldado. Cada grupo foi submetido à condições secas e úmidas. Após cada superfície foi escaneada em 5 locais utilizando o Surfanalyser 4000. Os dados foram submetidos à análise estatística. Quando analisadas as técnicas única e dupla encontraram diferenças significativas entre o poliéter e o polivinil siloxano. A viscosidade simples apresentou um RA de 2,21 mm e a dupla 1,67 mm, do poliéter foi de 2,12 mm e do silicone de adição de 1,89 mm, em condições secas a média foi de 2,04 mm e para as úmidas 1,86 mm. Concluíram que a viscosidade única é melhor que a dupla, que o poliéter é melhor que o polivinil siloxano e a presença de umidade prejudicou a definição dos detalhes.

Chen *et al.*<sup>12</sup> avaliaram os efeitos dos diferentes materiais de moldagem, dos diferentes tempos de armazenamento e a proporção de carga inorgânica na estabilidade precisão e estabilidade dos materiais de impressão elastoméricos. Foram selecionadas 3 marcas comerciais de alginato, 2 de silicone de condensação e 4 silicones de adição. Foi confeccionado um modelo dentário metálico com altura de 10 mm, diâmetro cervical de 9 mm e diâmetro oclusal de 8 mm. Os materiais de moldagem foram manipulados conforme as instruções dos fabricantes, o modelo mestre foi moldado e a partir do molde foram produzidos modelos de gesso. Os alginatos foram vazados em gesso imediatamente, para os moldes de silicone de condensação foi aguardada a recuperação elástica por 30 min e foram vazados em gesso após 1 hora, os moldes de silicone de adição foram vazados após 24 horas. Os diâmetros da superfície oclusal foram determinados por meio de fotografias com auxílio de uma escala metálica e programa Image Pro-Plus. Os valores das discrepâncias entre os modelos das medições e o modelo mestre foram transformados em porcentagens. Dois silicones com diferentes porcentagens de partículas de carga foram selecionados para avaliar o efeito da carga inorgânica. Os dados foram submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram interação significativa entre os materiais de moldagem e tempos de armazenamento. Dois silicones de adição (Aquasil e Exaflex) mostraram os melhores valores de precisão e estabilidade. O material CAVEX mostrou a pior precisão no período de 24 horas. As discrepâncias dos alginatos aumentaram com o tempo de armazenamento. O material experimental demonstrou a pior precisão e o que foi agregado pequena porcentagem de carga apresentou maior discrepância que o com maior porcentagem de carga.

Walker *et al.*<sup>27</sup> avaliaram o efeito da umidade na precisão e reprodução de detalhes de silicones de adição e poliéteres. Para mensurar essas variáveis seguiram a especificação número 19 da ADA que recomenda a medição por meio de moldes metálicos contendo 2 linhas verticais e 3 linhas horizontais. Os resultados demonstraram que a umidade não gera alterações dimensionais significantes de nenhum dos materiais avaliados. Porém a umidade influenciou negativamente na reprodução de detalhes dos silicones de adição. Portanto os poliéteres apresentam maior reprodução de detalhes na presença da umidade.

Pant *et al.*<sup>28</sup> avaliaram a estabilidade dimensional de 4 silicones de adição em um período de 13 semanas. Foram selecionados os seguintes materiais: Elite double 8, Gemini transparente, C&J silicone e Z Dupe. Os moldes mestres com 3 marcações metálicas foram medidos em um programa de análise de imagem computacional (Global Lab Image versão 3) por 1, 5, 9 e 13 semanas. Metade das amostras foram armazenadas a 21°C e a outra metade a 37°C, representando climas mais quentes. Foram realizadas imagens de microscopia eletrônica de varredura para analisar a reprodução de detalhes por meio da avaliação da rugosidade superficial dos moldes. Os 4 materiais demonstraram alguma alteração dimensional durante as 13 semanas. Todos os materiais, exceto o Z Dupe mostrou expansão das dimensões em ambas as temperaturas. Na temperatura ambiente o Z Dupe mostrou pequena alteração, mas na temperatura elevada demonstrou contração significativa (550µm). O Gemini demonstrou elevada expansão (520µm) à temperatura ambiente. Após 24 semanas o Elite e Gemini mostraram corrugações. Nenhum material mostrou alteração dimensional maior que 2% e os 4 materiais demonstraram boa estabilidade dimensional durante o período avaliado no estudo.

Nagrat *et al.*<sup>29</sup> avaliaram a estabilidade dimensional e a reprodução de detalhes de 4 silicones de adição em condições secas, úmidas e molhadas. Foi confeccionada uma peça metálica seguindo-se a especificação número 19 da ADA, contendo 3 linhas horizontais e 2 verticais para guiar as medições. Foram utilizados 4 materiais de impressão hidrofílicos: Affins de consistência leve, Panasil de consistência leve, Affins de consistência média e Panasil de consistência média. As dimensões foram medidas em uma máquina universal de medição do comprimento anexada por uma lente. A reprodução de detalhes seguiu a norma número 19 da ADA, além disso também foi avaliada a presença de bolhas, sulcos e rugosidades na superfície dos moldes. Os resultados revelaram que a umidade não influenciou na alteração dimensional dos materiais. Em ambiente seco, o Affins de consistência leve apresentou um comportamento melhor que os outros materiais. Resultados semelhantes foram obtidos para as condições úmida e molhada. Não houve diferenças significativas entre as condições para cada material testado, implicando que a umidade não

afeta sua acurácia. Em condições secas e úmidas na avaliação mensurada que segue a resolução número 19 da ADA, os materiais mostraram boa reprodução de detalhes, porém o contrário foi obtido em condições molhadas. A avaliação macroscópica revelou que a melhor reprodução de detalhes foi encontrada para a condição seca. O material Affins de consistência leve demonstrou os menores valores de alteração dimensional. Considerando-se as 3 condições, a seca foi determinada com a condição ideal para se realizar uma impressão.

Kumari *et al.*<sup>30</sup> avaliaram a precisão das impressões de polivinil siloxano usando duas técnicas de impressão: passo único ou dupla impressão. Os materiais utilizados foram Elite HD, Imprint II Garant e Aquasil Ultra Heavy. Houve diferenças significativas entre Elite HD e Imprint II Garant para a dupla impressão. Na impressão de passo único foram encontradas diferenças significativas entre o Elite HD e Imprint II Garant, e entre Elite HD e Aquasil Ultra Heavy. O Imprint II Garant mostrou menor alteração dimensional. A técnica de dupla impressão mostrou melhores resultados.

Nassar *et al.*<sup>31</sup> avaliaram a reprodução de detalhes e a estabilidade dimensional de um poliéter (Exalence) e de um polivinil siloxano (Imprint) em função de um tempo de armazenamento de duas semanas. Foram realizados 40 moldes de cada material de acordo com a norma ANSI/ADA especificação 19. Vinte impressões de cada material foram borrifadas com solução de glutaraldeído 2,5%. A qualidade da superfície foi acessada imediatamente. A estabilidade dimensional foi mensurada imediatamente, após 7 e 14 dias. Os dados foram submetidos à análise estatística. Os resultados demonstraram que os moldes avaliados após 7 e 14 dias de desinfecção apresentaram maiores alterações dimensionais que os não desinfetados. O poliéter apresentou mínima contração após duas semanas de armazenamento, o que não é consistente com os resultados apresentados pelo polivinil siloxano.

Basapogu *et al.*<sup>32</sup> investigaram a estabilidade dimensional de silicones de adição hidrofílicos e hidrofóbicos usando técnicas de impressão de monofase, um e dois passos. Para análise da estabilidade dimensional foi utilizada a especificação número 19 da ADA. Foram selecionados os materiais: hidrofílico

(Aquasil) e hidrofóbico (Variotime). A estabilidade dimensional foi avaliada após 24 horas. Os resultados demonstraram que as técnicas geraram alterações significativas na estabilidade dimensional entre os materiais hidrofílicos e hidrofóbicos. O material hidrofílico mostrou boa estabilidade dimensional para todas as técnicas de impressão. A alteração dimensional para o material hidrofóbico foi maior na técnica monofásica. Concluiu-se que o material hidrofílico é dimensionalmente mais preciso que o hidrofóbico para as técnicas de impressão avaliadas neste estudo.

## 2.2 GESSO ESPECIAL TIPO IV

Sansiviero et al.<sup>33</sup> avaliaram o efeito da manipulação manual ou mecânica à vácuo em 4 marcas de gesso especial tipo IV. Construíram 48 espécimes e avaliaram a expansão de presa. Os dados foram submetidos à análise estatística e os resultados revelaram valores de 0,092 para o Durone IV manual, 0,090 para Durone vácuo, 0,085 para EliteRock manual, 0,087 para EliteRock vácuo, 0,085 para GilRock manual e 0,083 para GilRock vácuo. Os autores concluíram que não houve diferenças significativas entre as diferentes marcas e nem entre os diferentes tipos de espatulação.

## 2.3 ESCÂNERES INTRAORAIS

Syrek et al.<sup>16</sup> compararam a adaptação de coroas totais cerâmicas confeccionadas pela técnica da impressão convencional e pela técnica da impressão digital. 20 homens foram selecionados, porém 18 pacientes participaram efetivamente do estudo. Os dentes foram preparados, moldados em silicone de adição (Express Penta) com a técnica de 2 fios retratores e de dois passos. A oclusão foi moldada com Imprint Bite (3M/ESPE). Os moldes foram vazados em gesso tipo IV e os modelos de gesso obtidos. As impressões digitais foram realizadas (Lava Scan ST) com dentes foram corados com pó de dióxido de titânio. Foram instaladas coroas provisórias nos pacientes (Protemp). Os copings de zircônia foram confeccionados e sinterizados. As coroas provisórias foram removidas, os remanescentes limpos e provou-se as coroas. Examinadores treinados avaliaram o tamanho da fenda entre a coroa e o dente, a oclusão e o contato proximal das coroas in vivo. Foram confeccionadas réplicas de silicone referentes à espessura do espaçamento entre coroa e remanescente dentário. Os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados revelaram que as médias das fendas marginais para a impressão convencional foi de 71

µm e para a impressão digital foi de 49 µm apresentando diferenças significativas entre si. Não foram encontradas diferenças considerando-se a oclusão, enquanto os melhores contatos oclusais foram obtidos para as coroas confeccionadas da forma digital.

Yzbasioglu *et al.*<sup>34</sup> investigaram o conforto do paciente comparando duas técnicas de impressão, convencional e digital. Na técnica convencional foram moldados 24 pacientes com Poiéter (Impregum) e realizado o registro oclusal com polivinil siloxano (Futar D). Duas semanas após foram realizados escâneres das arcadas dentárias e da oclusão dos mesmos pacientes com escâner intraoral CEREC Omnicam. As opiniões, percepções e preferências dos pacientes sobre cada técnica foram obtidas por meio de um questionário padrão. O estresse foi mensurado com uma escala padrão de ansiedade. Os passos da impressão foram cronometrados em segundos. Os dados foram submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que houve diferenças significativas entre os tempos e o conforto do paciente. Os pacientes preferiram o método de impressão digital ao convencional pelo maior conforto conferido pelo mesmo.

Pradíes *et al.*<sup>35</sup> compararam coroas cerâmicas confeccionadas por meio de impressões convencionais de silicone de adição com as fabricadas por meio de impressões digitais. Foram selecionados 25 participantes. Os dentes foram preparados para coroa total com margem ao normogengival, foram inseridos dois fios retratores gengivais para o afastamento do tecido gengival. Os dentes preparados foram moldados com silicone de adição (Express 2, 3M/ESPE) pela técnica dos dois passos. A qualidade dos moldes foi avaliada e em seguida foram vazados em gesso tipo IV (Fuji Rock, GC Corporation). O arco antagonista foi moldado em hidrocolóide irreversível (GC Aroma Fine Plus, GC Corporation). Foi obtido o modelo de gesso que foi escaneado por meio do escâner extraoral (Lava Scan ST, 3M/ESPE). Foram também realizadas impressões digitais das arcadas escaneadas utilizando-se um escâner intraoral (Lava Chairside Oral Scanner, 3M/ESPE). Os dados foram exportados para o programa Lava Design Module, no qual os copings foram desenhados. Uma fresadora confeccionou copings de zircônia que foram sinterizados e construída a anatomia final das coroas. As coroas foram preenchidas com silicone de adição e levadas em posição na boca

do paciente sob pressão digital. A partir dessa técnica foram obtidas réplicas para registro do espaço entre a porção interna da coroa e o dente preparado. Foram confeccionadas coroas definitivas que foram cimentadas sobre os dentes preparados. O conjunto formado pelo modelo de gesso com a coroa foram embebidos em resina acrílica e seccionados no sentido vestibulo-lingual. As fendas foram medidas em 4 pontos (fenda marginal, fenda axial, fenda da crista, fenda da fossa oclusal) utilizando um estereomicroscópio a uma magnificação de 40x. Os dados foram submetidos à análise estatística. As coroas confeccionadas por meio do escaneamento intraoral apresentaram melhor adaptação que as confeccionadas por meio da técnica de impressão convencional. A média de fendas foi de  $76,33 \pm 65,32 \mu\text{m}$  para coroas fabricadas por escaneamento intraoral e  $91,46 \pm 72,17 \mu\text{m}$  para as coroas confeccionadas por meio da impressão convencional.

Park<sup>36</sup> avaliou se a precisão e veracidade das imagens de escâneres intraorais podem ser influenciadas pelo tipo de restauração, forma do preparo, tecnologia do escâner e aplicação do pó. Para realizar o estudo o autor obteve imagens de 5 escâneres intraorais: E4D dentist (coerência ótica tomográfica), Fastscan (triangulação ativa), iTero, Trios e Zfx Intrascan (tecnologia de microscopia confocal) de dentes preparados para prótese fixa de 3 elementos, um dente preparado para inlay e outro para coroa total comparados com um escâner de referência (Dental Wings). Os resultados mostraram que os desvios da média de precisão e veracidade foram menores para os escâneres Fastscan, iTero e Trios. Concluíram também que o tipo de preparo pode influenciar nos resultados de precisão e veracidade.

Yang *et al.*<sup>37</sup> avaliaram a acurácia de impressões digitais obtidas pelo escâner TRIOS e escâneres intraorais, para detectar a adaptação de coroas unitárias baseadas nas impressões digitais e comparar com modelos de gesso obtidos dos escâneres D700 (3Shape) e inEos (Sistema dental Sirona). Foram selecionados molares extraídos por razões periodontais. Foram realizados preparos para coroas totais nesses dentes. Os dentes foram embebidos em resina epóxi simulando uma dentição do dente 14 ao 17, sendo que o 16 era o dente preparado. As dentições artificiais foram divididas em 5 grupos. O grupo 1

foi utilizado para detectar a precisão e a veracidade. Os grupos 2 a 5 foram usados para detectar a adaptação final das restaurações. As dentições artificiais foram moldadas em silicone de adição (Aquasil, Denstply) e foram vazadas em gesso tipo IV (Haraeus, Hanau) após 24 horas. Para a análise de precisão os modelos de gesso foram escaneados 10 vezes pelo TRIOS, MHT, D700 e inEos. Os dados foram gravados em extensão STL e exportados ao Programa Geomagic (Morrisville). Os dados foram sobrepostos e alinhados por pares pelo algoritmo de melhor ajuste para calcular o RMS das distâncias Euclidianas dos pontos alinhados para análise quantitativa. Para a análise da veracidade a dentição do grupo 1 foi digitalizada por meio de tomografia computadorizada. Os dados de volume foram pós-processados no programa Mimics 10.0 (Materialise) para gerar arquivos em STL. A imagem da linha de término do preparo foi deletada pelo programa Geomagic 12.0. Então os dados finais de STL foram exportados e definidos como valores de referência (REF). Os arquivos obtidos dos escaneamentos por meio do TRIOS, MHT, D700 e inEos foram exportados ao programa Geomagic em conjunto com os dados REF que serviram como controle. Foram calculadas as diferenças que geraram uma análise quantitativa. Para avaliação da adaptação marginal os grupos 2 e 3 foram escaneados pelo TRIOS e MHT. Modelos de gesso dos grupos 4 e 5 foram escaneados pelo D700 e inEos. As restaurações finais dos grupos 2-4 foram desenhadas pelo programa Dental Design (3Shape) e do grupo 5 pelo programa inLab 4.0 (Sirona Dental Systems). Foi simulada uma espessura de cimento de 60  $\mu\text{m}$  a 1 mm da margem. As coroas finais foram fabricadas de polimetilmetacrilato por meio de uma máquina de fresagem (ZenoTEC T1, Wieland Dental). Cada coroa foi cimentada em seu respectivo dente com cimento resinoso Bisco (Schaumburg) de acordo com as recomendações do fabricante com pressão de 20 N por 3 minutos. As coroas e dentes preparados foram embebidos em resina autopolimerizável e seccionados nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal em uma máquina Isomet 1000 (Buehler). As secções foram polidas. A espessura da camada de cimento foi medida em um estereomicroscópio (EC3, Leica Biosystems) a magnificação de x 40. Foram medidas as fendas marginais, internas na superfície oclusal e axial. Todos os dados foram analisados estatisticamente pelo programa SPSS 20.0 (IBM SPSS Inc.). Os resultados revelaram que as impressões digitais mostraram melhor veracidade e menor precisão se

comparadas com as imagens modelo. Menor acurácia ocorreu nas áreas marginais das impressões digitais. As discrepâncias marginais de todos os grupos foram maiores que o padrão clínico. As impressões digitais mostraram melhor adaptação oclusal. Concluíram que a impressão digital pode ser uma alternativa à impressão convencional para a fabricação de coroas unitárias.

Malaguti *et al.*<sup>38</sup> avaliaram e compararam a adaptação marginal e interna de copings de zircônia fabricados seguindo diferentes fluxos de trabalho digital e tradicional. Foram selecionados molares superiores extraídos por razões periodontais. Os dentes foram limpos, polidos e foi aplicado um revestimento antirreflexo para obter acurácia do escâner 3D. Os dentes foram preparados para coroa total com angulação axial de 6°. Foram confeccionadas 20 coroas de zircônia e utilizadas diferentes técnicas de escaneamento: 1) escâner extraoral laboratorial, 2) escâner intraoral, 3) impressão dental usando moldeira individual e poliéter, 4) modelos dentários obtidos de impressões de poliéter. As adaptações marginal e interna dos copings de zircônia foram avaliadas por meio de fotografia digital e método das réplicas de silicone, respectivamente. Foram realizadas medições em 5 pontos (oclusal, vestibular, palatino, distal e mesial) para cada réplica de silicone por meio de um medidor de espessura. Os dados foram submetidos à análise estatística por meio do programa SPSS (IBM SPSS). Os resultados mostraram que a média de fendas marginais foi de  $76 \pm 28,9 \mu\text{m}$  para o escâner extraoral laboratorial,  $80,5 \pm 36,2 \mu\text{m}$  para o escâner intraoral,  $88,1 \pm 34,8 \mu\text{m}$  para o escaneamento da impressão dental,  $112,4 \pm 37,2 \mu\text{m}$  para o escaneamento do modelo de gesso. As fendas internas foram de  $23,2 \pm 10,3 \mu\text{m}$  para o escâner extraoral laboratorial,  $16,2 \pm 8,3 \mu\text{m}$  para o escâner intraoral,  $27,2 \pm 16,7 \mu\text{m}$  para o escaneamento da impressão dental e  $30,2 \pm 12,7 \mu\text{m}$  para o escaneamento do modelo de gesso. Concluiu-se que as fendas internas encontradas no presente estudo foram menores que as descritas na literatura. A adaptação marginal foi maior que os valores ideais para todas as técnicas, porém são consideradas clinicamente aceitáveis. Os escâneres intraorais obtiveram os melhores resultados para fendas internas.

Shimizu *et al.*<sup>39</sup> compararam a acurácia de abutments digitais criados usando dois escâneres intraorais, um com triangulação ativa (3Shape Trios) e

um com laser confocal (CEREC Omnicam), e um escâner extraoral com triangulação ativa (D810 – 3Shape). Foi confeccionado um modelo mestre de aço inoxidável simulando uma porção coronária de um primeiro molar preparado para coroa total com diâmetro de 9 mm, diâmetro superior de 6 mm e altura de 6 mm. Para medir a acurácia, o modelo mestre foi escaneado 10 vezes por cada um dos tipos de escâneres. Os dados foram exportados para o programa GOM Inspect V8.0 (GOM) usando a extensão STL (estereolitografia). Foram calculadas a média e o desvio padrão para cada escâner. Os dados foram analisados estatisticamente. Foram construídas por meio de programas de desenho que acompanham os escâneres coroas com espessura de 1 mm, considerando o espaço para o cimento de 120 µm, exceto nas margens que foi de 0 µm para todos os grupos. No programa GOM Inspect V8.0 foram realizadas medições do diâmetro da parede axial a uma distância de 2, 3, 4 e 5 mm da superfície oclusal, e do diâmetro da margem. As médias e desvios padrões das discrepâncias internas e marginais das coroas digitalizadas foram calculadas. A acurácia de cada escâner foi medida com base na veracidade e precisão. A veracidade foi calculada subtraindo-se o valor de média dos resultados dos escâneres do dado de referência e a precisão foi medida pelo desvio padrão dos resultados do escâner. Os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados mostraram que a acurácia dos escâneres intra e extraorais foi clinicamente aceitável. A adaptação marginal e interna das coroas digitais fabricadas usando-se os escâneres intraorais e programas de CAD apresentaram-se inferiores aqueles fabricados utilizando-se o escâner extraoral e programas de CAD.

Keeling *et al.*<sup>40</sup> acessaram o efeito de fatores clínicos como a presença de dente adjacente, a proximidade da gengiva e posicionamento do equipamento na cavidade bucal, que afetam a qualidade dos escaneamentos intraorais das margens de uma coroa. Um molar inferior artificial foi preparado para coroa total com redução oclusal de 2 mm, término cervical de 1 mm, 1,5 mm supragengival na face lingual e ao nível gengival na face vestibular e expulsividade de 8°. O dente foi escaneado (Omnicam, Sirona Dental) 5 vezes considerando-se as seguintes condições: 1) presença ou ausência de dente adjacente, 2) modelo montado em manequim portátil, 3) com ou sem um calço de 1 mm para elevar a

margem. Foram extraídas as curvaturas de 4 pontos predefinidos (mesial, distal, vestibular e lingual). Foram calculadas as médias das curvaturas utilizando-se o programa Meshlab. Os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados mostraram que a margem lingual foi bem reproduzida. A curvatura da margem vestibular foi afetada quando localizada ao nível gengival. A curvatura da margem mesial foi afetada pela proximidade com o dente adjacente e com o tecido gengival. A margem distal foi afetada pelos 3 fatores. Os autores concluíram que a qualidade da curvatura da margem gravada por essa marca de escâner é significativamente afetada por fatores que obscurecem a visibilidade.

Camardella *et al.*<sup>41</sup> avaliaram a acurácia e reprodutibilidade das medições realizadas em modelos digitais que utilizam escâneres intraorais coloridos comparadas com as medições em modelos de gesso. Foram selecionados 30 voluntários, cujas arcadas dentárias superior e inferior foram moldadas em alginato (Hidrogum, Zhermack). Após o molde foi realizado um registro interoclusal em máxima intercuspidação em cera nº7 (Clássico). Os moldes foram vazados em gesso tipo IV (Vigodent) e foram obtidos os modelos de gesso. Em seguida, as arcadas dentárias dos voluntários foram escaneadas (TRIOS Color scanner) e foi solicitado aos voluntários que ocluisse em máxima intercuspidação permitindo que o escâner ocluisse os lados direito e esquerdo das arcadas. Observou-se que 2 pares de modelos digitais ficaram inadequados, portanto, considerou-se apenas 28 voluntários válidos no estudo. Foram determinadas 52 distâncias para serem medidas. No modelo de gesso elas foram realizadas por meio de um paquímetro digital (Starret). As medições digitais foram realizadas utilizando-se o programa Ortho Analyzer. Para investigar o erro de cada método foram randomicamente selecionadas 10 amostras, cujas medições foram repetidas após 15 dias pelos examinadores. Os dados foram analisados estatisticamente por meio do programa SPSS (IBM SPSS). Os resultados mostraram que houve diferenças nas medições dos 2 diferentes modelos, mas que elas não são clinicamente relevantes. As medições digitais são clinicamente aceitáveis se comparadas com as medições em modelo de gesso, porém o método de medição pode afetar a reprodutibilidade das medições.

Sim *et al.*<sup>42</sup> estudaram a acurácia (veracidade e precisão) de um modelo digital obtido por meio de um escâner intraoral e um modelo 3D impresso de uma arcada completa e a veracidade do preparo, comparando-se os mesmos com um modelo de gesso convencional. Uma arcada completa com dentes artificiais preparados para diferentes tipos de restaurações (dente 16 coroa unitária, dentes 14 e 16 prótese fixa múltipla, e dente 26 inlay). As arcadas com dentes preparados foram moldadas com silicone (Deguform, Degudent). A impressão foi removida do manequim após 1 hora e vazada em resina epóxi (Modralit 3K, Dentamid Dreve) obtendo-se um modelo de referência. O modelo de referência foi escaneado em alta resolução pelo escâner Comet L3D de acordo com as instruções do fabricante. Para a confecção do modelo de gesso convencional foi realizada uma moldeira individual. Para minimizar a distorção do material de moldagem foi aplicado um adesivo na moldeira (Identium Adhesive, Kettenbach). Foi feita a impressão do modelo de trabalho com silicone de adição (honigum, Harmburg). As impressões foram removidas após 10 min e vazadas em gesso tipo IV (FujiRock, GC) de acordo com as instruções do fabricante. Os modelos de gesso foram separados do molde após 40 minutos e armazenados por 48 horas. Em seguida, foram escaneados com Comet L3D. Para a confecção dos modelos digitais 3D foi escaneado o modelo de trabalho. As imagens foram salvas em STL. Os modelos foram impressos em uma impressora digital (3Dent, EvisionTEC). Os modelos foram novamente escaneados. Os dados foram convertidos em STL e foram exportados para o programa Geomagic Verify 3D Systems. Para medir a acurácia as imagens foram sobrepostas no melhor alinhamento. Os valores quantitativos foram calculados com base nos valores de média da raiz quadrada (RMS). O intervalo entre os valores máximos e mínimos foi definido a  $\pm 50 \mu\text{m}$  e o intervalo entre os valores críticos máximos e mínimos foi definido a  $\pm 500 \mu\text{m}$ . Para o mapa de cor foi definido  $\pm 10$  e  $100 \mu\text{m}$ , respectivamente. Os dados foram submetidos à análise estatística no programa SPSS (IBM SPSS). Os resultados mostraram que para a arcada completa, foram encontradas diferenças intergrupos significativas na precisão para os 3 grupos. Nenhuma diferença na veracidade foi encontrada entre os modelos de gesso e digital. Os modelos impressos demonstraram a menor acurácia. Houve diferenças significativas para veracidade entre os grupos e os tipos de preparo. Os modelos digitais mostraram menores valores de média da raiz quadrada da

veracidade das arcadas completas e preparos que os modelos de gesso. A acurácia da arcada completa e a veracidade dos preparos dos modelos impressos 3D foram inferiores aqueles dos outros grupos.

Ferrari *et al.*<sup>43</sup> testaram a capacidade clínica da detecção marginal de diferentes escâneres intraorais. Foram selecionados 30 pacientes com necessidades clínicas da realização de restaurações indiretas tipo inlay/onlay foram aleatoriamente incluídos no estudo e divididos em 3 grupos. Foram utilizados os escâneres GC-Europe, True-Definition-TD, Trios. Foi realizado um escaneamento de cada paciente. As imagens foram gravadas em arquivos STL. Posteriormente, foram as arcadas dos pacientes foram moldadas da forma convencional, os moldes foram vazados em gesso e processados por um escâner laboratorial (Aadva) como controle. As imagens gravadas em STL foram armazenadas e exportadas para a plataforma Exocad para análise. A medida entre a margem do preparo e o dente adjacente foi medida no software. Foi detectada a distância horizontal em que a margem ficou pouco clara. Os dados foram submetidos à análise estatística. Não foram observadas diferenças significativas entre os escâneres. A distância mínima a partir da qual uma margem era claramente visível foi de  $4,5 \pm 0,1$  mm para todas as imagens e escâneres testados.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram selecionados 10 dentes artificiais de resina epóxi contendo preparos padronizados para coroa total monobloco cerâmico pelo fabricante (P-Oclusal, São Paulo, Brasil) (Figura 1).

Os dentes artificiais preparados foram posicionados em um manequim de arcadas dentárias (P-Oclusal) e escaneados por meio do escâner intraoral Trios 3-Shape (2ª geração, 3shape, A/S) (Figura 2). Esse sistema de escaneamento é classificado como escâner de triangulação ativa com a tecnologia de microscopia confocal. Após o escaneamento, os dentes artificiais foram moldados com silicone de adição Elite HD massa densa e pasta fluida de consistência regular (Zhermack) pela técnica de moldagem em passo único com moldeira parcial perfurada de alumínio (Figura 3). Aguardou-se o tempo de pelo menos 60 minutos para a recuperação elástica do material e liberação do

hidrogênio residual. Os moldes foram também escaneados com o mesmo aparelho de escaneamento realizando-se a remoção do espelho presente na ponta do mesmo visando reproduzir uma imagem positiva a partir da observação negativa do molde (Figura 4).

FIGURA 1. Dente artificial com preparo padronizado pelo fabricante P-Oclusal.



FIGURA 2. A) Escâner Trios 3-shape; B) Imagem obtida do escaneamento do dente artificial preparado.

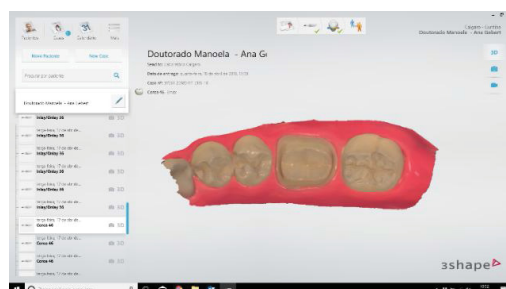
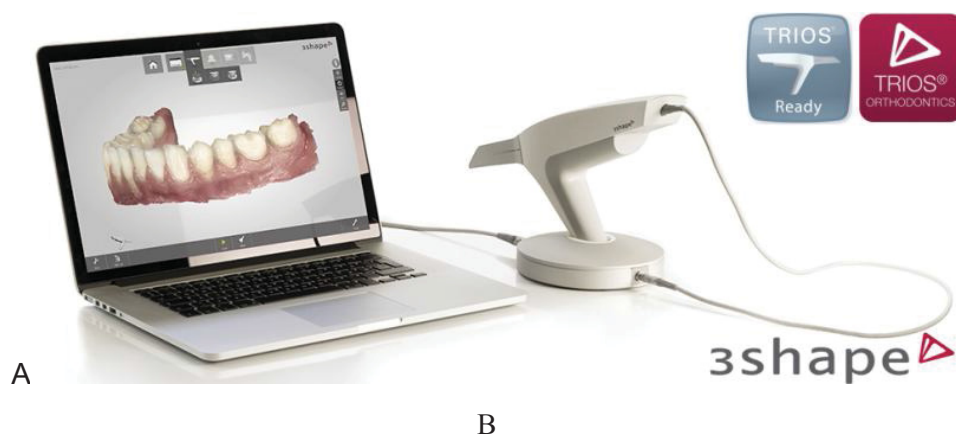


FIGURA 3. A) Material de Moldagem à base de silicone de adição Elite HD; B) Molde de silicone de adição (Elite HD) do dente preparado em moldeira parcial de alumínio perfurada.

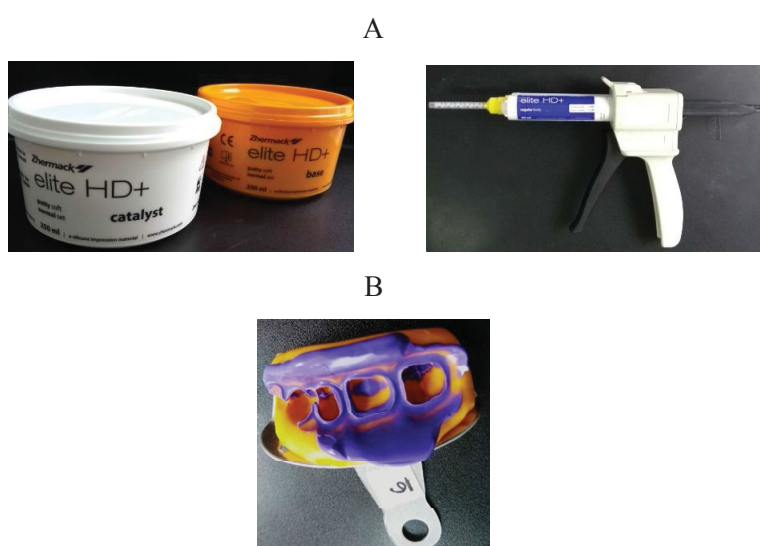
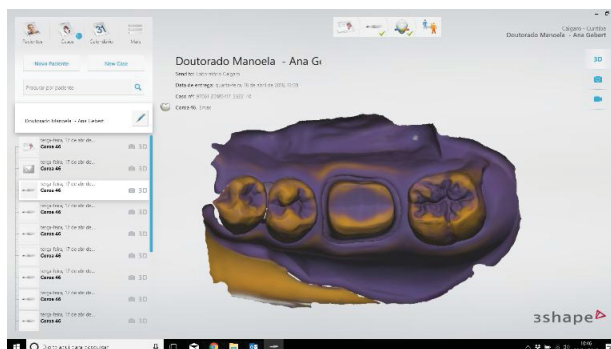


FIGURA 4. Imagem obtida do escaneamento do molde de silicone de adição (Elite HD).



Os moldes foram vazados em gesso pedra especial Number 1 tipo IV (Dental News, Dentona, Curitiba, Paraná, Brasil) manipulados de acordo com as instruções do fabricante e com auxílio de um vibrador de gesso para minimizar a formação de bolhas (Figura 5). Após a presa, os modelos de gesso obtidos foram escaneados por meio do escâner intraoral (Figura 6).

FIGURA 5. Modelo de gesso do dente preparado obtido por meio do molde de silicone de adição.



FIGURA 6. Imagem obtida do escaneamento do modelo de gesso.



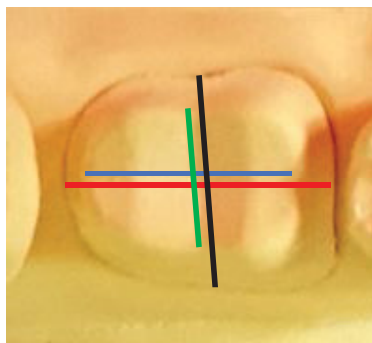
Os escaneamentos foram realizados de acordo com a sequência recomendada pelo fabricante do escâner: superfície oclusal, superfície vestibular e superfície lingual.

O conjunto de dados obtidos por meio do escaneamento de cada dente preparado, molde e modelo de gesso foram salvos na extensão STL.

Os arquivos STL foram exportados para o software de análise 3D Geomagic wrap OEM versão 12.0 (3D Systems, Rock Hill, SC, USA). O 3D Geomagic é um *software* de engenharia reversa que combina CAD baseado em histórico com processamento de dados de digitalização em 3D que permite a criação de modelos sólidos editáveis e baseados em recursos e de alta qualidade. O Programa é capaz de fazer a extração de sólidos guiados e automáticos, ajuste de superfície exato e preciso a digitalizações 3D orgânicas, edição de malhas e processamento em nuvem de pontos.

As imagens foram posicionadas no software Geomagic permitindo a visualização oclusal dos modelos. Nos modelos foram determinados 2 pontos no sentido vestibulo-lingual da porção do remanescente coronário, 2 pontos no sentido mesio-distal da porção do remanescente coronário, 2 pontos no sentido vestibulo-lingual incluindo a região de término cervical e 2 pontos no sentido mesio-distal incluindo a região de término cervical. O software permitiu realizar a medição do espaço entre os dois pontos considerando-se uma reta e uma curvatura formada na superfície oclusal do dente preparado em sua porção coronária. Nas porções vestibulo-lingual e mesio-distal considerando-se a margem do término cervical realizou-se apenas a mensuração do espaço entre os dois pontos selecionados em linha reta (Figura 7). Foram realizadas 3 medições de cada região. Os dados das medições foram tabulados em Excel, foram obtidas médias das 3 medições de cada região e os dados foram submetidos à análise estatística.

FIGURA 7. Representação das regiões mensuradas.

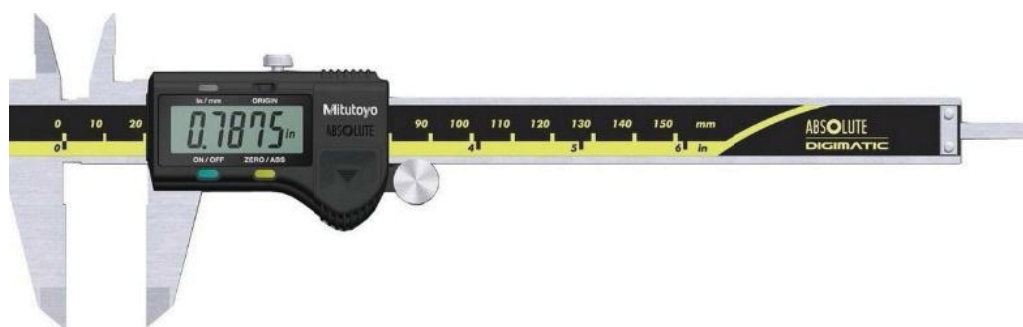


A análise estatística da comparação entre dente preparado, molde e modelo de gesso foi realizada no software GraphPad Prism 7.0. Foi utilizado o teste de Bland & Altman, ou seja, um procedimento gráfico que não envolve teste de hipótese. Esse teste estatístico é utilizado para avaliar a concordância de variáveis de natureza quantitativa, representando-as aos pares pelo diagrama de Bland-Altman, que projeta no eixo das ordenadas a diferença absoluta de cada ponto, e nas abscissas, sua média. Análise de concordância se refere à capacidade de aferir resultados idênticos (mesma unidade de medida), aplicados ao mesmo sujeito/fenômeno, quer por instrumentos diferentes, pelo mesmo instrumento em tempos diferentes, por avaliadores diferentes, ou por alguma combinação dessas situações. O gráfico gerado permite avaliar o limite de concordância entre dente preparado X molde, dente preparado X modelo de gesso e molde X modelo de gesso.

Após essa análise, os dentes artificiais preparados e modelos de gesso foram medidos com paquímetro digital Mitutoyo (Mitutoyo American Corporation, USA) para avaliar a precisão entre as medidas realizadas no modelo real e no modelo virtual produzido pelo escaneamento intraoral (Figura 8). Foram realizadas 3 medições de cada região determinada do preparo de coroa total para cada modelo de dente artificial e de gesso de acordo com as regiões indicadas na figura 7. Os resultados foram tabulados no Programa Excel e, posteriormente, submetidos à análise estatística. A comparação das médias entre os dois métodos de medidas foi realizada com o teste para medidas pareadas, considerando os dados foram obtidos da mesma amostra. Os dados apresentaram distribuição normal considerado o teste de normalidade de

Shapiro-Wilk, bem como por meio da análise dos coeficientes de assimetria e curtose que se situavam no intervalo de -2 a +2. Posteriormente, as comparações foram realizadas por meio do teste de t-Student pareado, onde considerou-se que  $p < 0,05$  representa diferença significativa.

FIGURA 8. Paquímetro digital Mitutoyo para medição do modelo de gesso e dente artificial.



Para medir a acurácia entre o dente artificial preparado e o molde, o dente artificial e o modelo de gesso, molde e modelo de gesso, o conjunto de dados de cada dupla (imagens) foram sobrepostos por meio de um método de alinhamento manual presente no software de análise 3D Geomagic. Para gerar a sobreposição das imagens, selecionou-se 2 modelos e um deles foi determinado como modelo de referência. Posteriormente, foram selecionados 3 pontos de referência coincidentes A, B e C nas imagens de cada modelo e foi aplicado o registro global. O software realizou a união dos modelos sobrepondo um sobre o outro e determinou uma janela de comparação por meio de uma escala de cores com valores em mm com segmentos e intervalos pré-definidos.

O mapa de cor representativo da derivação visual foi configurado com 18 segmentos de cor. O intervalo entre os valores nominais máximo e mínimo foi definido a  $\pm 0,5$  mm e o intervalo entre os valores críticos máximo e mínimo foi definido a  $\pm 0,125$  mm. Utilizou-se um incremento de 0,062 entre cada valor da escala de cores.

#### 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados das medições do limite de concordância de Bland & Altman revelaram que para a linha e para a curva méso-distal coronárias as comparações mostraram que dente preparado X molde, dente preparado X

modelo de gesso e molde X modelo de gesso estão dentro do limite de concordância (Gráfico 1 e Gráfico 2, respectivamente).

Quando foram avaliadas as medições da linha méso-distal incluindo o término cervical, observou-se que os valores revelaram que preparo X molde, dente preparado X modelo de gesso e molde X modelo de gesso estão dentro dos limites de concordância (Gráfico 3).

Na avaliação da linha e da curva vestibulo-lingual coronárias foi encontrada boa acurária entre as mensurações para dente preparado X molde, dente preparado X modelo de gesso e molde X modelo de gesso estando dentro dos limites de concordância (Gráfico 4 e Gráfico 5, respectivamente).

As medições da linha vestibulo-lingual incluindo o término cervical demonstraram que a acurácia entre todas as situações comparadas está dentro dos limites de concordância (Gráfico 6).

GRÁFICO 1. Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha méso-distal do preparo coronário em dente, molde e modelo de gesso, dente e molde (A); dente modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).

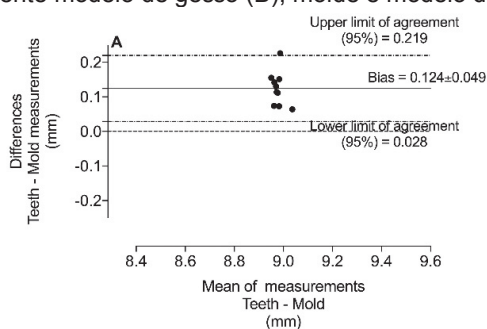


GRÁFICO 1 A

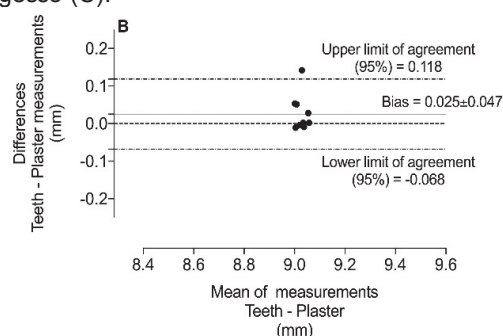


GRÁFICO 1 B

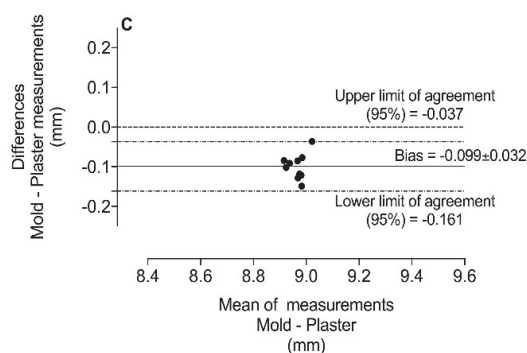


GRÁFICO 1 C

GRÁFICO 2. Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da curva méso-distal do preparo coronário em dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).

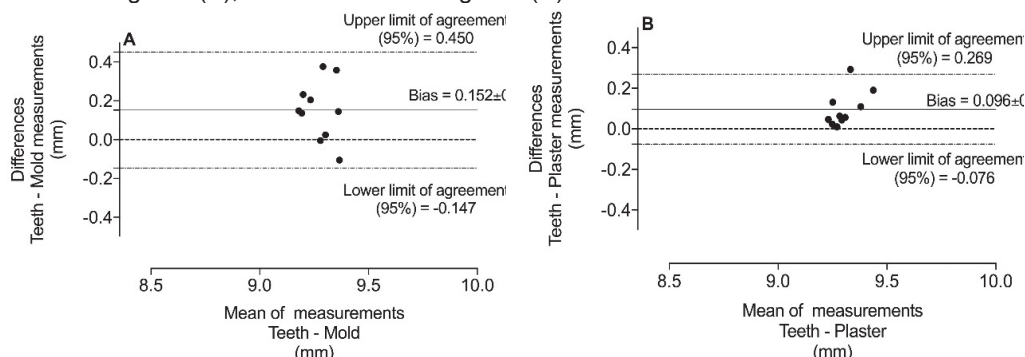


GRÁFICO 2 A

GRÁFICO 2 B

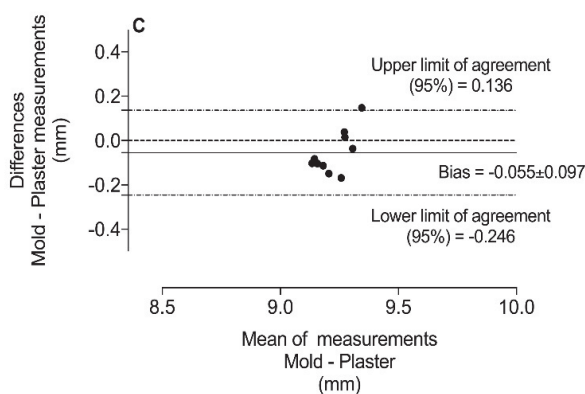


GRÁFICO 2 C

GRÁFICO 3. Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha méso-distal coronária incluindo o término cervical do preparo dentário em dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).

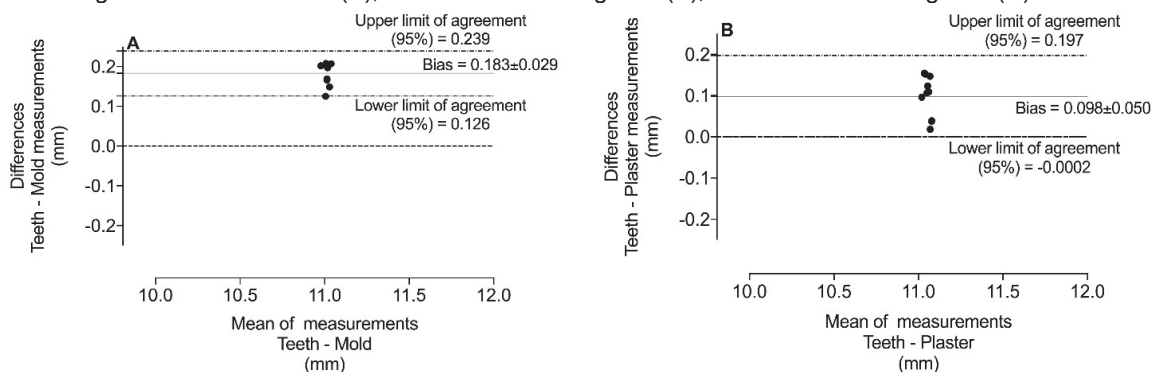


GRÁFICO 3 A

GRÁFICO 3 B

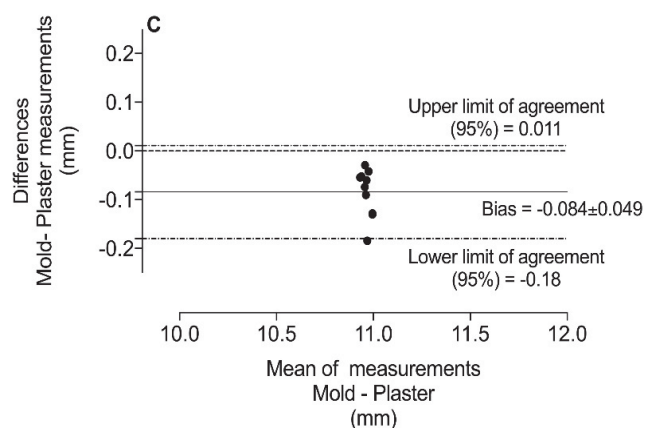


GRÁFICO 3C

GRÁFICO 4. Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha vestibulo-lingual coronária do preparo no dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).

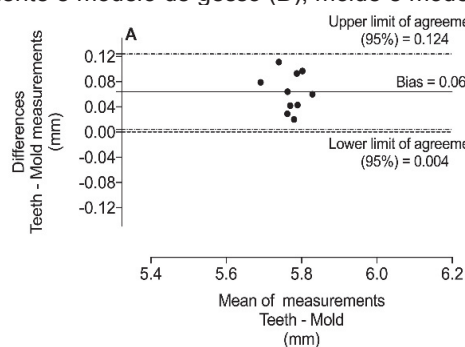


GRÁFICO 4 A

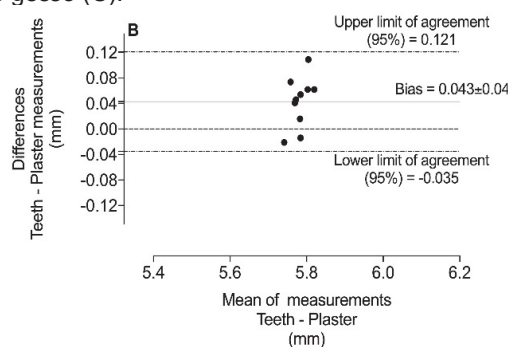


GRÁFICO 4B

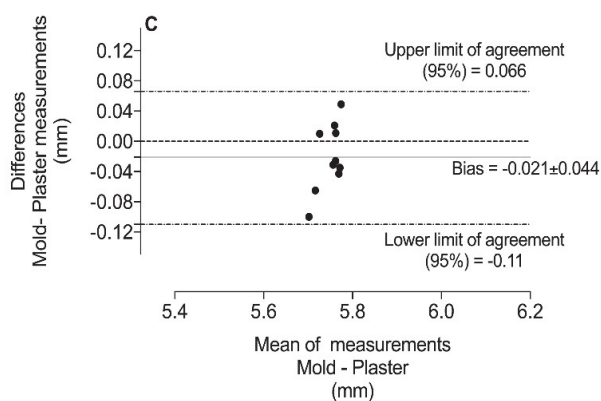


GRÁFICO 4C

GRÁFICO 5. Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da curva vestibulo-lingual coronária do preparo no dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).

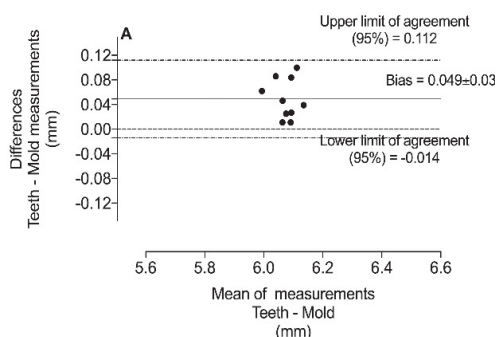


GRÁFICO 5 A

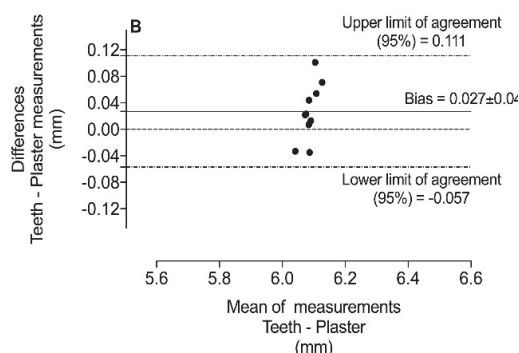


GRÁFICO 5 B

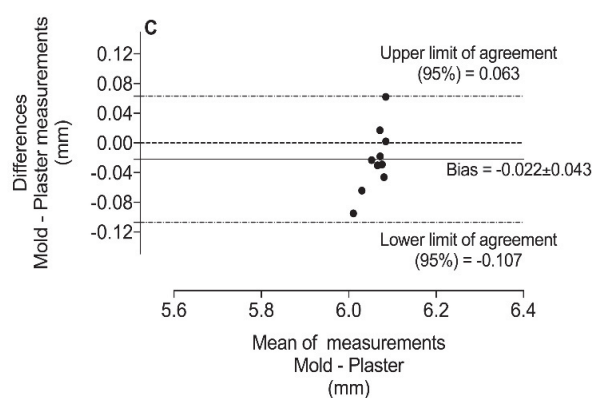


GRÁFICO 5 C

GRÁFICO 6. Gráfico da análise de Bland-Altman da diferença nas medições obtidas da linha vestibulo-lingual coronária incluindo o término cervical do preparo em dente, molde e modelo de gesso. Dente e molde (A); dente e modelo de gesso (B); molde e modelo de gesso (C).

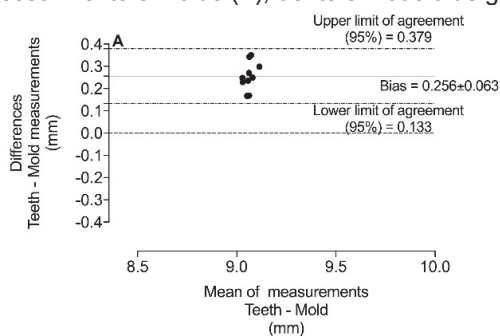


GRÁFICO 6 A

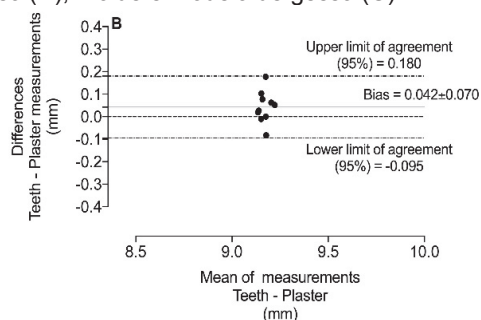


GRÁFICO 6 B

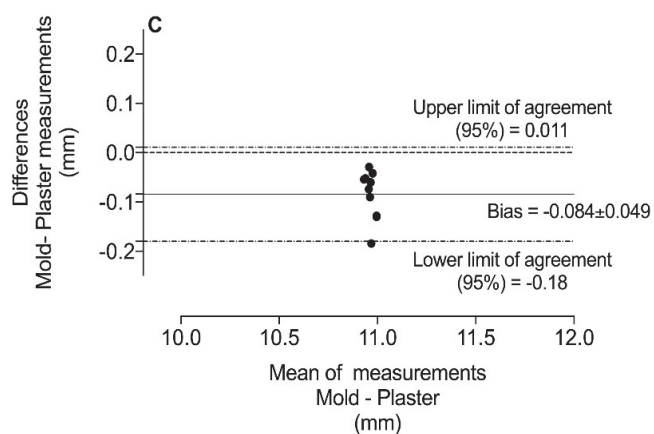


GRÁFICO 6C

As imagens de um espécime que foi selecionado de cada modelo experimental (dente preparado, molde e modelo de gesso) que foram sobrepostas no programa Geomagic estão dispostas nas figuras 9,10 e 11. Elas mostram que para todas as comparações as variações ficaram entre os valores de  $\pm 0,125 \mu\text{m}$ , sendo desprezível e estando de acordo com os resultados da análise estatística.

FIGURA 9. Sobreposição das imagens do dente artificial preparado e modelo de gesso, sendo (A) a vista oclusal, (B) vista lingual, (C) vista vestibular da imagem.

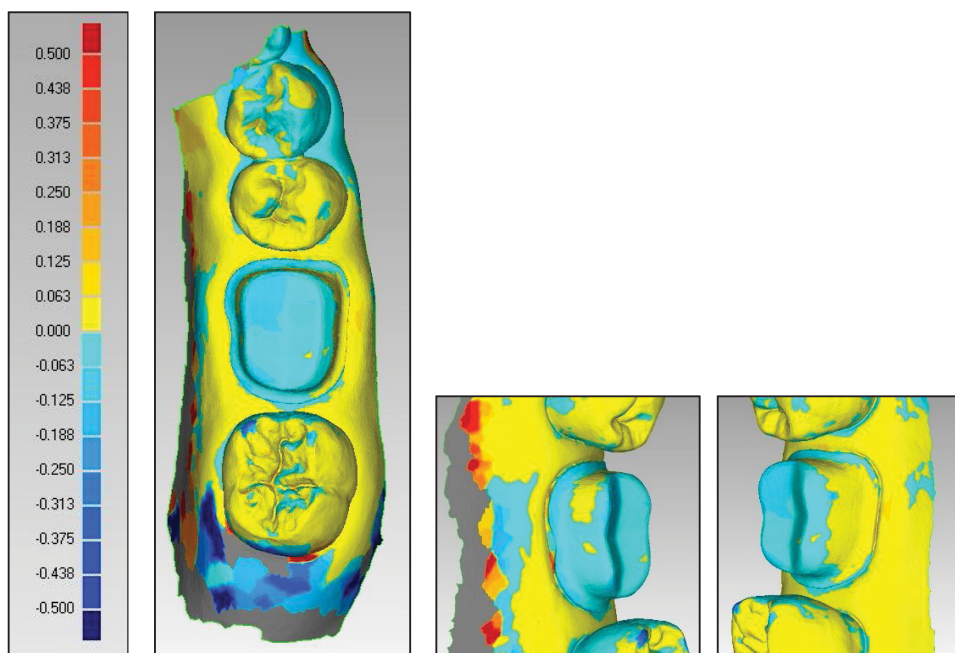


FIGURA 10. Sobreposição das imagens do dente artificial preparado e molde, sendo (A) a vista oclusal, (B) vista lingual e (C) vista vestibular da imagem.

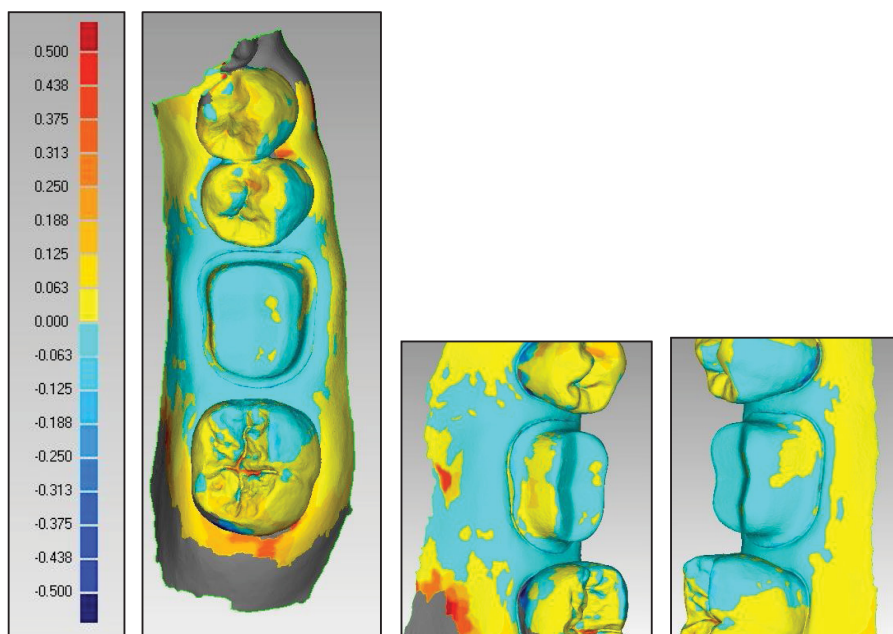
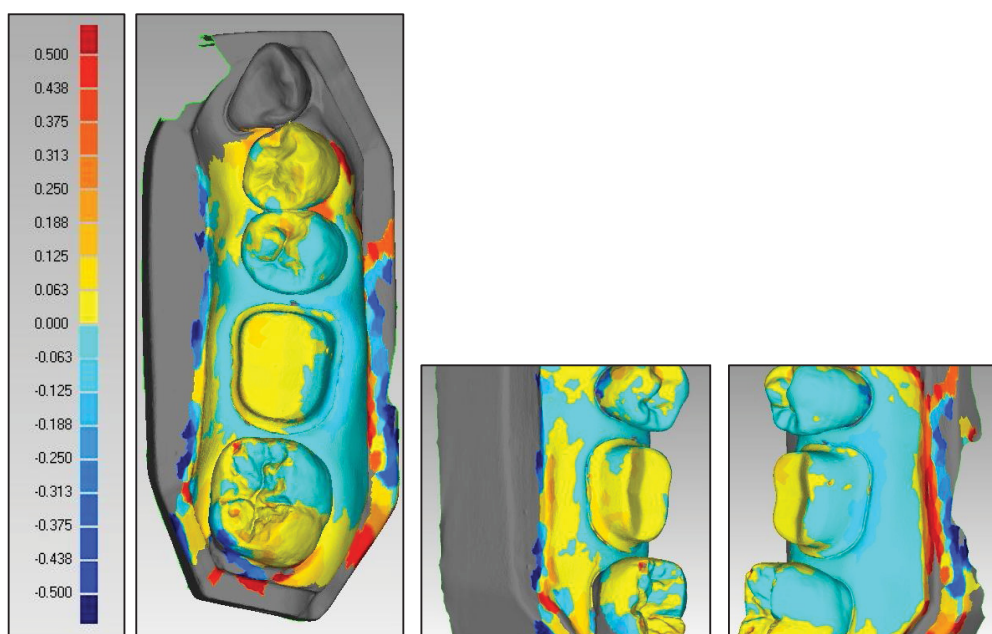


FIGURA 11. Sobreposição das imagens do modelo de gesso e molde, sendo (A) vista oclusal, (B) vista lingual e (C) vista vestibular das imagens.



A análise estatística utilizada para avaliar a precisão das medidas realizadas com o escâner intraoral em relação àquelas realizadas com o paquímetro digital revelaram que houve diferenças estatísticas significativas para as linhas vestibulo-lingual do preparo coronário do modelo de gesso (Gráfico 7), vestibulo-lingual do preparo coronário do dente artificial (Gráfico 8), e méso-distal do término cervical do dente artificial (Gráfico 9) ( $p < 0,05$ ). As comparações das medições com paquímetro e escâner intraoral da linha vestibulo-lingual do término cervical do modelo de gesso não revelaram diferenças estatísticas significativas (Gráfico 10). As mensurações realizadas para as linhas méso-distal do preparo coronário do modelo de gesso (Gráfico 11), méso-distal do preparo coronário do dente artificial (Gráfico 12) e vestibulo-lingual do término cervical do dente artificial (Gráfico 13) revelaram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ), porém não relevantes clinicamente.

GRÁFICO 7. Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do preparo coronário no modelo de gesso por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\* $p < 0,05$  representa diferença significativa.

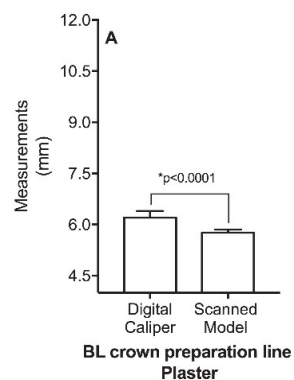


GRÁFICO 8. Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do preparo coronário no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\* $p < 0,05$  representa diferença significativa.

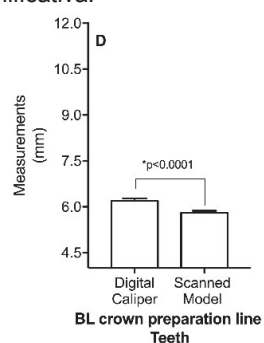


GRÁFICO 9. Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha méso-distal do término cervical no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\* $p < 0,05$  representa diferença significativa.

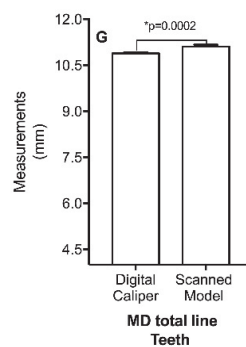


GRÁFICO 10. Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha vestibulo-lingual do término cervical no modelo de gesso por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\* $p < 0,05$  representa diferença significativa.

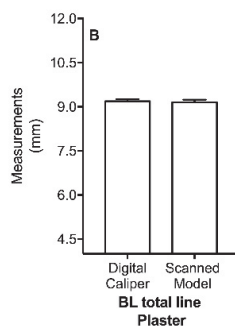


GRÁFICO 11. Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha méso-distal do preparo coronário no modelo de gesso por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\* $p < 0,05$  representa diferença significativa.

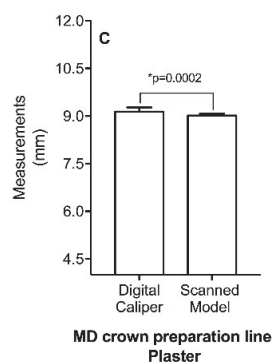


GRÁFICO 12. Gráfico de média e desvio padrão da comparação das medições da linha méso-distal do preparo coronário no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\* $p < 0,05$  representa diferença significativa.

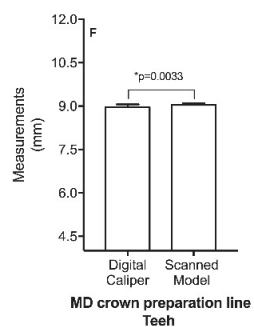
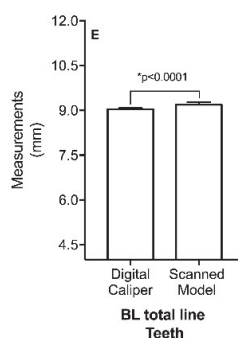


GRÁFICO 13. Gráfico de média e desvio padrão das medidas da linha vestibulo-lingual do término cervical no dente artificial por meio de paquímetro digital e escâner intraoral.

\*  $p < 0,05$  representa diferença significativa.



## 5. DISCUSSÃO

O escâner intraoral é uma ferramenta útil na obtenção de imagens de dentes preparados, apresentando boa definição anatômica. Essa característica permitiu a execução do presente estudo, onde foram adquiridos dentes molares com preparos padronizados de fábrica que foram moldados e, cujos moldes foram vazados em gesso.

Segundo Keeling et al.<sup>40</sup> a posição do término do preparo em relação à margem gengival pode influenciar na nitidez e definição da imagem gerada pelo escâner. A utilização de fios retratores gengivais apresenta uma grande importância clínica no que se refere à obtenção de um afastamento gengival de qualidade. Esse procedimento permite uma boa visualização do término cervical dos preparos coronários visando uma melhor definição desses limites. No presente estudo não foi necessária a utilização de meios de afastamento gengival por se tratar de manequins com dentes e gengivas artificiais, e preparos dentários com término cervical supragengival.

Os resultados desse estudo revelaram que o método de mensuração por meio de imagens obtidas do escaneamento intraoral das superfícies méso-distais e vestibulo-linguais incluindo ou não o término cervical em dentes artificiais preparados, moldes e modelos de gesso apresentou boa reprodutibilidade, concordando com o estudo de Ferrari *et al.*<sup>43</sup> onde escanearam pacientes com inlay/onlay com margens supragengivais por meio de três aparelhos diferentes: GC-Europa (Aadva), True Definition – TD e Trios e utilizaram como controle imagens dos modelos de gesso dos respectivos pacientes. Porém, não concordam com os de Yang *et al.*<sup>37</sup> que investigaram a acurácia de modelos digitais realizados pelos escâneres Trios, MHT, D700 e inEos. Os resultados mostraram que as impressões digitais revelaram maior veracidade e menor

precisão que as imagens do modelo de gesso. Os autores identificaram imprecisões marginais em todos os grupos, o que não foi observado no presente estudo.

Keeling et al.<sup>40</sup> identificaram que quando mediram as margens proximais dos dentes preparados para coroas totais, o dente adjacente pode ser considerado como um fator confundidor. Relataram a presença de áreas obscuras para as quais é impossível de se obter um razoável número de ângulos de visão. Fatores como a proximidade do dente adjacente, perfil de emergência do dente não preparado abaixo da margem, o contorno e a inclinação do dente podem afetar a capacidade do escâner para visualizar diretamente todos os aspectos da dentição. Ferrari et al.<sup>43</sup> mediram a distância horizontal entre cada margem de preparo e o dente adjacente e revelaram que nenhum dos sistemas testados foi capaz de registrar uma impressão clara quando a margem cervical estava localizada a uma distância menor que 0,5 mm do dente adjacente. No presente estudo a distância entre o término cervical do preparo e o dente adjacente foi em média de 1,77 mm na mesial e 1,7 mm na distal não influenciando na qualidade da imagem da margem cervical.

Além dos bons resultados de escaneamento, a concordância dos valores obtidos por meio das comparações entre dente preparado, molde e modelo de gesso, demonstraram que o material de moldagem à base de silicone de adição Elite HD foi capaz de reproduzir com fidelidade os detalhes anatômicos do preparo de coroa total, estando de acordo com os estudos de Marcinak e Draughn<sup>7</sup>, Williams *et al.*<sup>11</sup>, Chen *et al.*<sup>12</sup>, Thongthmmachet *et al.*<sup>24</sup>, Petrie *et al.*<sup>25</sup>, e Pant *et al.*<sup>28</sup>

No presente estudo foram confeccionados modelos de gesso que foram escaneados com o intuito de realizar a comparação das medições em relação ao dente artificial preparado e ao molde. Os modelos de gesso convencionais foram selecionados devido aos resultados obtidos por Sim *et al.*<sup>42</sup> Os autores avaliaram a acurácia entre modelos de gesso, modelo digital e modelo 3D impresso. Utilizaram o escâner intraoral CS3500 (Carestream Dental, NY, USA). Os resultados mostraram que o modelo digital revelou resultados comparáveis ao modelo de gesso.

O gesso especial Number 1 tipo IV utilizado nesse estudo na confecção dos modelos também apresentou bom comportamento no que se refere à estabilidade dimensional com mínima expansão de presa estando de acordo com Craig e Powers<sup>3</sup> que relataram que o gesso pedra típico de alta resistência possui uma expansão de presa em torno de 0,08%. Sansiviero et al.<sup>33</sup> avaliaram 4 marcas comerciais e obtiveram valores entre 0,08 e 0,09% reforçando os achados anteriores.

O escâner utilizado para a presente análise foi o Trios devido aos seus excelentes resultados no que se refere à acurácia e qualidade de imagem, características que podem ser observadas no trabalho de Park<sup>36</sup>. O autor avaliou imagens de 5 escâneres intraorais: E4D dentist (coerência ótica tomográfica), Fastscan (triangulação ativa), iTero, Trios e Zfx Intrascan (tecnologia de microscopia confocal) de dentes preparados para prótese fixa de 3 elementos, um dente preparado para inlay e outro para coroa total. Os resultados mostraram que os desvios da média de precisão e veracidade foram menores para os escâneres Fastscan, iTero e Trios. Concluíram também que o tipo de preparo pode influenciar nos resultados de precisão e veracidade.

A análise das medições realizadas no modelo real de dente artificial e de modelo real de gesso que foram comparadas às do modelo virtual de dente artificial e modelo virtual de gesso revelou diferenças estatísticas significativas para as linhas vestibulo-lingual do preparo coronário do modelo de gesso, vestibulo-lingual do preparo coronário do dente artificial e méso-distal do término cervical do dente. A linha vestibulo-lingual do término cervical do modelo de gesso não apresentou diferenças estatísticas significativas e nem clinicamente relevantes diante da diferença de 40  $\mu\text{m}$  entre modelos real e virtual. As mensurações realizadas para as linhas méso-distal do preparo coronário do modelo de gesso, méso-distal do preparo coronário do dente artificial e vestibulo-lingual do término cervical do dente artificial revelaram diferenças estatísticas significantes, porém não relevantes clinicamente, visto que a diferença entre modelo real e virtual foi de 120  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$  e 160  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Nawafleh *et al.*<sup>44</sup> relataram em seu estudo que a adaptação marginal de uma coroa total pode variar de 75 a 160  $\mu\text{m}$ , sendo considerada clinicamente aceitável.

Considerando-se os resultados encontrados nas mensurações realizadas com paquímetro digital, experimentalmente observou-se uma grande limitação no que se refere à ponta romba do instrumento de medição. Sugere-se o desenvolvimento de um paquímetro digital adaptado às necessidades de mensurações em pequenas áreas como no caso da odontologia.

Segundo Giménez *et al.*<sup>45</sup> a qualidade das impressões digitais depende fortemente da habilidade do operador. Portanto, no presente estudo, apenas um operador experiente realizou todas as atividades digitais. Além disso, as medições e a sobreposição das imagens foram realizadas pelo mesmo operador.

Fatores relacionados ao paciente influenciam a acurácia das impressões digitais.<sup>46</sup> Nesse estudo foi utilizado um manequim simulador de arcadas dentárias com

dentes artificiais preparados para coroa total de monobloco cerâmico. Uma das grandes limitações dessa investigação é a sua natureza *in vitro*, pois não reproduz a complexidade do meio bucal que inclui a umidade oral, presença da língua e da mucosa jugal, movimentos mandibulares, limitações de abertura bucal, movimentos da cabeça dos pacientes e condições de iluminação ambiental.

## **6. CONCLUSÕES**

Considerando-se as limitações do estudo, pode-se concluir que:

- os escâneres são ferramentas úteis para auxiliar na mensuração das dimensões de preparos dentários;
- existe boa concordância entre as medições realizadas nas porções coronárias incluindo ou não o término cervical de dentes preparados para coroa total quando comparados o modelo dental, o molde e o modelo de gesso;
- o material elastomérico à base de polivinil siloxano utilizado no presente estudo apresentou fidelidade na reprodução de detalhes do preparo dentário para coroa total de monobloco cerâmico.
- o gesso especial tipo IV apresentou uma expansão de presa desprezível, visto que houve concordância dos valores mensurados se comparados aos valores obtidos para o dente e molde.
- alguns dos valores obtidos por meio da mensuração da imagem gerada pelo escâner intrabucal (modelo virtual) diferiram significativamente dos valores mensurados pelo paquímetro digital diretamente no dente preparado (modelo real) e foram clinicamente relevantes, outros não foram clinicamente relevantes.

### **6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Futuros estudos devem investigar a comparação das medições das imagens tridimensionais obtidas por meio de escâneres intraorais aos modelos físicos reais e aplicar pesquisas científicas clínicas com a participação de pacientes.

Além disso, baseado nos experimentos do presente estudo, sugere-se o desenvolvimento de um paquímetro digital com ponta adaptada para a odontologia e o aprimoramento de escâner com ponta captadora de imagem de menor dimensão que se adapte melhor aos casos clínicos odontológicos obtendo imagens mais detalhadas das regiões interproximais e do término do preparo nas proximidades do tecido gengival.

## REFERÊNCIAS

1. Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials, 8<sup>a</sup> ed. Philadelphia, 1982, WB Saunders Co., p.146-7.
2. Pegoraro LF, Valle AL, Araújo CRP, Bonfante G, Conti PCR, Bonachela V. Prótese Fixa: Bases para o planejamento em reabilitação oral. 2<sup>a</sup> ed. Editora Artes Médicas, São Paulo, 2012.
3. Craig RG, Powers JM. Restorative Dental Materials. 11<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby, 2002, p.348-68.
4. Shillingburg HT, Hatch RA, Keenan MP, Hemphill MW. Impression materials and techniques used for cast restorations in eight stages. J Am Dent Assoc. 1980;100:696.
5. Alves e Silva FCF, Souza LC, Rodrigues NS, Cunha DA, Apolonio FM, Saboia VPA. Técnica de moldagem modificada usando silicona de adição. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2016;70(4):364-8.
6. Brown D. An update on elastomeric impression materials. Br Dent J. 1981;150(2):35-40.
7. Marcinak CF, Draughn RA. Linear dimensional changes in addition curing silicone impression materials. J Prosthet Dent. 1982;47(4):411-13.
8. Lacy AM, Bellman T, Fukui H, Jendresen MD. Time dependant accuracy of elastomer impression materials. Part I: Condensation silicones. J Prosthet Dent, 1981;45(2):209-15.
9. Lacy AM, Fukui H, Bellman T, Jendresen MD. Time dependent accuracy of elastomer impression materials. Part II: Polyether, polysulphides and polyvinylsiloxane. J Prosthet Dent. 1981;45(3):329-33.
10. Eames WB, Wallace SW, Suway NB, Rogers LB. Accuracy and dimensional stability of elastomeric impression materials. J Prosthet Dent. 1979;42(2):159-62.
11. Williams PT, Jackson G, Bergman W. An evaluation of time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. J Prosthet Dent. 1984;52(1):120-5.
12. Chen SY, Liang WM, Chen FN. Factors affecting the accuracy of elastomeric impression materials. J Dent. 2004;32(8):603-9.

13. Patzelt SB, Bishti S, Stampf S, Att W. Accuracy of computer-aided design-computer -aided manufacturing-generated dental casts based on intraoral scanner data. *J Am Dent Assoc.* 2014;145:1133-40.
14. González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, García-Orejas A, Salido MP, Pradés G. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with diferente scanning technologies. *J Prosthet Dent.* 2016;116(4):543-50.
15. Li H, Lyu P, Wang Y, Sun Y. Influence of object translucency on the scanning accuracy of a poder-free intraoral scanner: a laboratory study. *J Prosthet Dent.* 2017;117(1):93-101.
16. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent.* 2010;38(7):553-9.
17. Silveira ACP, Chaves SB, Hilgert LA, Ribeiro APD. Marginal and internal fit of CAD-CAM-fabricated composite resin and ceramic crowns scanned by 2 intraoral cameras. *J Prosthet Dent.* 2017;117(3):386-92.
18. Bohner LOL, Canto GDL, Marció BS, Laganá DC, Sesma N, Tortamano Neto P. Computer-aided analysis of digital dental impressions obtained from intraoral and extraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2017;118(5):617-23.
19. Azim TA, Rogers KBA, Elathamna E, Zandinejad A, Metz M, Morton D. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):554-9.
20. Shamseddine L, Mortada R, Rifai K, Chidiac JJ. Marginal and internal fit of pressed ceramic crowns made from conventional and computer-aided design/computer-aided manufacturing wax patterns: na in vitro comparison. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):242-8.
21. Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, Wostmann B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Investig.* 2015;19(8):2027-34.

22. Renne W, Wolf B, Kessler R, McPherson K, Mennito AS. Evaluation of the marginal fit of CAD/CAM systems on preparations of varying quality. *J Esthet Rest Dent*. 2015;27(4):194-202.
23. Guess PC, Vagkopoulou T, Zhang Y, Wolkewitz M, Strub JR. Marginal and internal fit of heat pressed versus CAD/CAM fabricated all-ceramic onlays after exposure to termo-mechanical fatigue. *J Dent*. 2014;42(2):199-209.
24. Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. Dimensional accuracy of dental casts: Influence of tray material, impression material, and time. *J Prosthodont*. 2002;11(2):98-108.
25. Petrie CS, Walker MP, O'Mahony AM, Spencer P. Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions. *J Prosthet Dent*. 2003;90(4):365-72.
26. Johnson GH, Lepe X, Aw TC. The effect of surface moisture on detail reproduction of elastomeric impressions. *J Prosthet Dent*. 2003;90(4):354-64.
27. Walker MP, Petrie CS, Haj-Ali R, Spencer P, Dumas C, Williams K. Moisture Effect on Polyether and Polyvinylsiloxane Dimensional Accuracy and Detail Reproduction. *J Prosthodont*. 2005;14(3):158-63.
28. Pant R, Juszczak AS, Clark RKF, Radford DR. Long-term dimensional stability and reproduction of surface detail of four polyvinyl siloxane duplicating materials. *J Dent*. 2008;36:456-61.
29. Nagrat R, Lahori M, Agrawal M. A comparative evaluation of dimensional accuracy and surface detail reproduction of four hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions- An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2014;14(1):59-66.
30. Kumari N, Nandeeshwar DB. The dimensional accuracy of polyvinyl siloxane impression materials using two different impression techniques: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2015;15(3):211-7.
31. Nassar U, Chow AK. Surface detail reproduction and effect of disinfectant and long-term storage on the dimensional stability of a novel vinyl polyether silicone impression material. *J Prosthodont*. 2015;24(6):494-8.

32. Basapogu S, Pilla A, Pathipaka S. Dimensional accuracy of hydrophilic and hydrophobic VPS impression materials using diferente impression techniques – An in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(2):56-9.
33. Sansiviero A, Bauer JRO, Massuda MS, Sigemori RM, Oliveira MT, Tavares Junior CAR, Silva MPB. Expansão de presa de gesso tipo IV (pedra) de alta resistência em diferentes técnicas de manipulação e marcas diversas. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.* 2008;7(3):373-8.
34. Yzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Billr H. Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014;14(10):1-7.
35. Pradies G, Zarauz C, Valverde A, Ferreiroa A, Martínez-Rus. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *J Dent.* 2015;43(2):201-8.
36. Park J-M. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont.* 2016;8 (5):354-62.
37. Yang X, Lv P, Liu Y, Si W, Feng H. Accuracy of digital impressions and fitness of single crowns based on digital impressions. *Materials.* 2015;8(7):3945-57.
38. Malaguti G, Rossi R, Marziali B, Esposito A, Bruno G, Dariol C, Di Fiore A. In vitro evaluation of prosthodontic impressiono n natural dentition: a comparison between traditional and digital techniques. *Oral & Implantology.* 2016;IX(1):21-7.
39. Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, Gomi H. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. *Dent Mat J.* 2017;36(4):402-7.
40. Keeling A, Wu J, Ferrari M. Confounding factors affecting the marginal quality of an intra-oral scan. *J Dent.* 2017;59:33-40.

41. Camardella LT, Breuning H, de Vasconcellos Vilella O. Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. *J Orofac Orthop.* 2017;78(3):211-20.
42. Sim J-Y, Jang Y, Kim W-C, Kim H-Y, Lee D-H, Kim J-H. Comparing the accuracy (trueness and precision) of models of fixed dental prostheses fabricated by digital and conventional workflows. *J Prosthodont Res.* 2019; 63(1):25-30.
43. Ferrari M, Keeling A, Mandelli F, Lo Giudice G, Garcia-Godoy F, Joda T. The ability of marginal detection using different intraoral scanning systems: A pilot randomized controlled trial. *Am J Dent.* 2018;31(5):272-6.
44. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: a literature review. *J Prosthodont.* 2013;22(5):419-428.
45. Giménez, B.; Özcan, M.; Martínez-Rus, F.; Pradíes, G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(1):54-64.
46. Flügge, T.V.; Schlager, S.; Nelson, K.; Nahles, S.; Metzger, M.C. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(3):471-8.