

**Universidade de Taubaté
Adriano Relvas Barreira de Oliveira**

**MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DA ALTERAÇÃO
DIMENSIONAL LINEAR DE MOLDES OBTIDOS COM
DIFERENTES MATERIAIS DE MOLDAGEM**

**Taubaté - SP
2018**

Universidade de Taubaté
Adriano Relvas Barreira de Oliveira

**MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DA ALTERAÇÃO
DIMENSIONAL LINEAR DE MOLDES OBTIDOS COM
DIFERENTES MATERIAIS DE MOLDAGEM**

Dissertação apresentada para obtenção
do Título de Mestre pelo Curso de
Odontologia do Departamento de
Prótese Dentária da Universidade de
Taubaté.

Área de Concentração: Prótese
Dentária

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pino Vitti

Taubaté - SP
2018

ADRIANO RELVAS BARREIRA DE OLIVEIRA

Data: 27 de julho de 2018.

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.Rafael Pino Vitti - Universidade de Taubaté

Prof. Dr.Ana Christina Claro Neves – Universidade de Taubaté

Prof. Dr.Maria do Carmo Jordão Mainardi - Universidade Uniararas

Dedico este trabalho às minhas irmãs, que sempre foram irmãs na concepção da palavra. À minha esposa que não apenas me apoiou, como também me incentivou à realização deste meu sonho. Mas em especial aos meus pais, que por vezes abdicaram de seus sonhos para que pudessem realizar os meus.

Agradecimentos

Ao professor Dr. Rafael Pino Vitti, que foi muito mais que um orientador, foi um coautor e se tornou um grande amigo;

Ao professor Dr. Davi Romeiro de Aquino no auxílio na elaboração da análise estatística dos resultados;

Aos meus amigos de curso que tornaram minhas semanas longe de casa mais leves, em especial ao meu amigo e futuro doutor Lucas Campagnaro;

A todos os professores do Curso de Mestrado, em especial a professora Dra. Laís Regiane da Silva Concilio, pela dedicação e por se mostrarem sempre solícitos às demandas dos alunos;

Aos amigos do Corpo de Bombeiros Militar do Rio de Janeiro, em especial ao Capitão Gustavo Dias. Sem a ajuda de vocês não conseguiria estar presente a todas as aulas do mestrado.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora (Área de Materiais Dentários) da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), que cedeu os laboratórios para os testes.

Oliveira ARB. Métodos de mensuração da alteração linear de moldes obtidos com diferentes materiais de moldagem [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade de Taubaté, Faculdade de Odontologia, 2018. 81p.

RESUMO

Objetivo: Verificar a eficácia de técnicas alternativas para a mensuração da alteração dimensional linear de moldes obtidos por diferentes materiais de moldagem. **Método:** Os materiais de moldagem utilizados neste estudo foram um alginato (Hidrogum 5, Zhermack), um silicone por condensação de consistência leve (Oranwash L, Zhermack), um silicone por condensação de consistência massa (Zetaplus, Zhermack), um silicone por adição de consistência leve (Futura AD, DFL), um silicone por adição de consistência massa (Futura AD, DFL) e um poliéter de consistência leve (Impregum Soft, 3M Dental Products). Uma matriz metálica (ISO 21563:2013 e ISO 4823:2015) contendo três linhas paralelas entre si foi utilizada para realização das moldagens. Os materiais de moldagem foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes em um ambiente com temperatura controlada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). Após o tempo de geleificação/polimerização dos materiais de moldagem, os moldes ($n=12$) foram armazenados por 30 minutos em um recipiente hermeticamente fechado sendo as linhas posteriormente medidas utilizando um microscópio comparador (Measuring Microscope STM, Olympus Optical Co.; MC, grupo controle), um paquímetro digital (Mitutoyo Digimatic, Kawasaki; PQ) e uma máquina digital (Canon EOS Rebel 3Ti, Canon) associada a um software para análise das imagens obtidas (ImageJ, U.S. National Institutes of Health; DI). Para cada molde foi obtida uma média do comprimento das linhas. Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos ao teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov, seguido pela Análise de Variância (ANOVA) com 1 fator, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Nos grupos experimentais sem diferença estatística com o grupo controle foram calculados o erro padrão da média (EPM). Por fim, foi analisada a alteração dimensional (%) matriz metálica-molde para os grupos submetidos ao EPM. **Resultados:** O grupo DI promoveu valores de precisão dimensional sem diferença significativa com o grupo controle (MC), exceto para o silicone por condensação - massa. Já o grupo PQ mostrou diferença significativa para os grupos MC e DI em todos os materiais de moldagem avaliados. O grupo DI apresentou valores de EPM inferiores a 10% em todos os materiais testados. O grupo DI apresentou moldes com valores de alteração dimensional linear sem diferença significativa com o grupo MC, exceto para o silicone por adição - massa. **Conclusão:** O paquímetro digital não é uma metodologia confiável para avaliar a precisão dimensional de moldes, ao contrário da digitalização que se mostrou uma metodologia confiável para avaliar a alteração dimensional de moldes, exceto para os elastômeros na consistência massa.

Palavras-chave: Precisão da medição dimensional; Materiais para moldagem odontológica; Microscopia.

Oliveira ARB. Methods of measuring the linear change of molds obtained with different impression materials [Master's dissertation]. São Paulo: Universidade de Taubaté, Dentistry College, 2018. 81p.

ABSTRACT

Objective: To verify the effectiveness of alternative techniques for measuring the linear dimensional change of molds obtained by different impression materials. **Method:** The impression materials used in this study were an alginate (Hydrogum 5, Zhermack), a light-body condensation silicone (Oranwash L, Zhermack), a putty-body condensation silicone (Zetaplus, Zhermack), a light-body addition silicone (Futura AD, DFL Indústria e Comércio Ltda.), a putty-body addition silicone (Futura AD, DFL Indústria e Comércio Ltda.), and a light-body polyether (Impregum Soft, 3M Dental Products). A metallic matrix (ISO 21563: 2013 and ISO 4823: 2015) containing three lines was used to impressions. The impression materials were handled according to the manufacturers' instructions in a temperature controlled environment ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). After gelation/polymerization time the molds ($n=12$) were stored for 30 minutes in an airtight container and the lines were subsequently measured using a microscope (Measuring Microscope STM, Olympus Optical Co.; MC, control group), a digital caliper (Mitutoyo Digimatic, Kawasaki; PQ) and a digital camera (Canon EOS Rebel 3Ti, Canon) + a software (ImageJ, National Institutes of Health; DI). For each mold a mean of the length of the lines was obtained. Initially, the data were submitted to the non-parametric Kolmogorov-Smirnov test, followed by one-way Analysis of Variance (ANOVA), and the means were compared by the Tukey test ($\alpha=0.05$). In the experimental groups presenting no statistical differences with control group, the standard error of the mean (SEM) was calculated. Finally, the differences in linear dimensional change (%) metallic matrix-mold were analyzed for the groups submitted to SEM. **Results:** The DI group promoted values of dimensional accuracy without significant differences with the control group (MC), except for the putty-body condensation silicone. The PQ group showed significant differences for MC and DI groups for all impression materials tested. The DI group showed to be a reliable methodology (SEM $<10\%$) to measure the linear dimensional change of all impression materials. The DI group presented molds with linear dimensional change values without significant differences with MC group, except for the putty-body addition silicone. **Conclusion:** The digital caliper is not a reliable methodology to evaluate the dimensional accuracy of molds unlike the digitalization, that proved to be a reliable methodology to evaluate the linear dimensional changes of molds made with impression materials, except for the putty-body elastomeric impression materials.

Key words: Dimensional Measurement Accuracy; Dental impression materials; Microscopy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais de moldagem e composição química	47
Tabela 2 - Cálculo amostral	48
Tabela 3 - Médias (DP) do comprimento das linhas (mm) entre os diferentes materiais de moldagem e métodos de avaliação	61
Tabela 4 - EPM (%) entre os grupos microscópio comparador e digitalização	62
Tabela 5 - Alteração dimensional linear (%) dos materiais de moldagem avaliados em microscópio comparador e digitalização	62
Tabela 6 - Distâncias e diferenças (cm) entre a lente da câmera e os pontos de referência (matriz, molde e régua) nos diferentes testes pilotos	78
Tabela 7 - Alteração dimensional linear (%) dos materiais de moldagem avaliados sob digitalização nos testes pilotos	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento Experimental	46
Figura 2 - Matriz metálica utilizada no estudo (ISO 21563:2013 e 4823:2015)	48
Figura 3 - Microscópio comparador	49
Figura 4 - Paquímetro digital	49
Figura 5 - Câmera fotográfica digital	50
Figura 6 - Tripé utilizado para padronização da distância câmera-amostra	50
Figura 7 - Medidores de água e pó para alginato	51
Figura 8 - Cuba de borracha e espátula para manipulação do alginato	52
Figura 9a - Silicone por condensação (leve) dosado sobre uma placa de vidro	52
Figura 9b - Poliéter dosado sobre uma placa de vidro	52
Figura 10a - Silicone por condensação (leve) sendo manipulado	52
Figura 10b - Poliéter sendo manipulado	53
Figura 11 - Dispositivo de auto mistura para manipulação do silicone por adição (leve)	53
Figura 12a - Silicone por condensação (massa) dosado	53
Figura 12b - Silicone por adição (massa) dosado	54
Figura 13a - Silicone por condensação (massa) sendo manipulado	54
Figura 13b - Silicone por adição (massa) sendo manipulado	54
Figura 14 - Pressão aplicada durante o procedimento de moldagem	55
Figura 15 - Moldes em alginato armazenados em recipientes plásticos	55
Figura 16 - Moldes em elastômeros armazenados em recipientes plásticos	55
Figura 17 - Molde descartado por deficiência durante a moldagem	56
Figura 18 - Molde com os pontos de mensuração íntegros	56

Figura 19 - Imagem da medição sendo realizada por meio do microscópio comparador	58
Figura 20 - Imagem da medição sendo realizada por meio do paquímetro digital	59
Figura 21 - Calibração da imagem antes da medição das amostras pelo software	59
Figura 22 - Imagem da medição sendo realizada por meio de software	60
Figura 23 - Posicionamento do tripé/câmera em relação à matriz, amostra e régua (Piloto 1)	80
Figura 24 - Relação matriz/régua e amostra/régua em visão aproximada (Piloto 1)	80
Figura 25 - Posicionamento do tripé/câmera em relação à matriz, amostra e régua (Piloto 2)	81
Figura 26 - Relação matriz/régua e amostra/régua em visão aproximada (Piloto 2)	81

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
3. PROPOSIÇÃO	45
4. METODOLOGIA	46
5. RESULTADOS	61
6. DISCUSSÃO	63
7. CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE	78

1. INTRODUÇÃO

Na Odontologia, a moldagem é um procedimento clínico que tem como objetivo obter um molde (reprodução negativa) dos tecidos da cavidade bucal. Para uma moldagem satisfatória o cirurgião-dentista deve utilizar materiais e técnicas de moldagens adequados para cada situação clínica. Após a presa do material de moldagem e remoção da moldeira da boca do paciente, o molde obtido é preenchido com gesso para confecção de modelos (reprodução positiva) (Pegoraro, 2004; Anusavice et al., 2013).

Atualmente, há materiais de moldagem com excelentes propriedades físicas, contudo, cerca de 90% dos moldes enviados aos laboratórios apresentam algum tipo de deficiência, tais como rasgamento ou bolhas no término do preparo, exposição do elastômero de viscosidade pesada ou denso através do elastômero de consistência leve em técnicas de moldagem como a do reembasamento, imprecisão oriunda da elevada pressão da moldeira sobre o tecido mole ou devido a retenção inadequada do material de moldagem à moldeira, além de problemas no escoamento do material (Samet et al., 2005).

Existem cinco razões principais para que ocorram alterações dimensionais em um molde: contração de polimerização, perda de subproduto (água ou álcool), contração térmica pela mudança da temperatura da boca para a temperatura ambiente, embebição, sinérese e/ou evaporação e recuperação elástica incompleta (Anusavice et al., 2013; Kumari & Nandeesshwar, 2015). Somam-se a isto alguns fatores relacionados a técnica de moldagem utilizada, tais como a espessura do material de moldagem (Eames et al., 1979), o método de adesão do material à moldeira, o fato de materiais com diferentes viscosidades tomarem presa ao mesmo

tempo (Chen et al., 2004), além do tempo decorrido até o vazamento do modelo de gesso (Reisbick, 1973). O controle ou a redução desses fatores associado à correta manipulação do gesso é primordial para confecção de uma prótese adequada e para que o tratamento ortodôntico e/ou protético tenha um bom prognóstico clínico (Kumar & Aeran, 2012; Singh et al., 2012).

A precisão e estabilidade dimensional dos materiais de moldagem são características de interesse clínico e de fundamental importância, uma vez que correspondem a requisitos para se ter uma boa adaptação das próteses ou restaurações bucais indiretas confeccionadas por meio de um modelo de gesso fiel às estruturas moldadas (Vitti et al., 2013; Varvara et al., 2015). Desta forma, considerando a importância da estabilidade dimensional do material de moldagem e as controvérsias ainda existentes na literatura, estudos clínicos e laboratoriais comparando diferentes materiais e protocolos de moldagem ainda são de extrema relevância para ajudar a decisão clínica dos cirurgiões-dentistas (Varvara et al., 2015; Naumovski & Kapushevskaya, 2017).

A maior parte dos trabalhos que tem por objetivo avaliar a precisão e/ou a estabilidade dimensional dos materiais de moldagem utilizam em sua metodologia o microscópio óptico comparador (Nissan et al., 2000; Breeding & Dixon, 2000; Vitti et al., 2013; Kulkarni & Thombare, 2015), recomendado por normativas que possuem diretrizes para a realização do teste de alteração linear dimensional, tais como as ISO (*International Organization for Standardization*) 21563:2013 e 4823:2015. A microscopia apresenta como principal vantagem a precisão na aferição das distâncias avaliadas na amostra, no entanto a mensuração da alteração dimensional de moldes/modelos é sensível e vagarosa, pois o microscópio precisa ser ajustado previamente a cada medição. Além disso, o microscópio óptico comparador

apresenta um custo elevado, sendo inacessível para muitos pesquisadores, dificultando ou inviabilizando as pesquisas clínicas e laboratoriais.

Atualmente o avanço nas técnicas de processamento e análise de imagem por meio de softwares vem alterando a realidade em diversas áreas da Odontologia. A digitalização de modelos e radiografias apresenta uma série de vantagens, tais como, rápido e fácil acesso a documentação, backup da documentação e proteção contra danos físicos, redução no espaço necessário para armazenamento dos dados e facilidade no compartilhamento da informação (Camardella et al., 2014). A digitalização já é amplamente utilizada em estudos que demandam precisão na mensuração de pequenas distâncias, como nas áreas da Radiologia (Langlois et al., 2011; Ono et al., 2011; Vazquez et al., 2013), Ortodontia (Yang et al., 2015; Padmaprabha et al., 2015), Implantodontia (Jemt & Hjalmarsson, 2012; Sierraalta et al., 2012; Bergin et al., 2013; Gimenez et al., 2015; Di Fiori et al., 2015; Bratos et al., 2017) e Periodontia (Preus et al., 2015). Essa mesma tecnologia também é utilizada na Prótese para avaliar a precisão ou estabilidade dimensional de moldes ou modelos de gesso (Brosky et al., 2002; Chen et al., 2004; Shah et al., 2004, Faria et al., 2008 Caputi & Varvara, 2008; Pant et al., 2008; Garrofe et al., 2011; Dugal et al., 2013; Leão et al., 2014; Sayed et al., 2016).

Outra opção mais rápida, além de mais acessível (menos onerosa), que a microscopia para a mensuração da alteração dimensional é o paquímetro digital, um instrumento de fácil manuseio e muito utilizado em trabalhos científicos para medições de distâncias micrométricas (Chagas et al., 2016; Lops et al., 2016; Adelipour et al., 2016).

Entretanto, a aceitação de trabalhos científicos na área da Prótese utilizando metodologias alternativas às normativas da ISO para medição da

precisão/estabilidade dimensional é dificultosa, principalmente em periódicos científicos com elevado fator de impacto. Além disso, não há trabalhos científicos que avaliem a viabilidade dessas metodologias, fomentando o uso delas.

Diante do exposto, é de extrema importância comparar essas técnicas alternativas de mensuração da alteração dimensional com a técnica do microscópio comparador (padrão ouro), avaliando a efetividade dessas técnicas e as convalidando para o uso em futuras pesquisas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Reisbick (1973) verificou a influência da viscosidade na estabilidade dimensional de diferentes materiais de moldagem. Foram realizadas moldagens de dentes com preparo protético em pacientes utilizando três classes de materiais: polissulfeto, silicone por condensação e hidrocolóide reversível. Todos os materiais de moldagem testados apresentavam duas viscosidades (alta e baixa). As dimensões estudadas foram méso-distal-oclusal, vestibulo-língua-proximal e cérvico-oclusal em um preparo para coroa total de um primeiro molar superior e em um preparo do tipo *inlay* de um primeiro pré-molar superior, assim como a distância entre a distal do primeiro pré-molar até a mesial do primeiro molar separados por um espaço edêntulo. Para determinar a viscosidade dos materiais de moldagem foi utilizado um penetrômetro cilíndrico. A precisão dimensional foi medida em duas etapas, a primeira chamada etapa clínica onde as dimensões dos dentes preparados e do modelo de gesso foram comparadas quando vazados imediatamente (materiais elastoméricos) e após imersão em uma solução de sulfato de potássio 2% por dez minutos (hidrocolóide reversível). A segunda etapa, chamada laboratorial, foi realizada após a moldagem de um modelo em gesso obtido dos dentes preparados na boca. Nessa etapa todos os materiais foram armazenados a 25°C, sendo que os materiais elastoméricos foram estocados durante uma hora em ambiente com 31% de umidade relativa, já o hidrocolóide reversível armazenado por 50 minutos a 100% de umidade relativa. Os resultados mostraram que os materiais de moldagem tiveram diferenças na estabilidade dimensional apenas na etapa laboratorial, onde os elastômeros apresentaram melhor estabilidade que os hidrocolóides. Ambas viscosidades testadas apresentaram similaridade nos valores de estabilidade

dimensional. O preparo de coroa total no primeiro molar foi mais sensível ao material utilizado do que o preparo *inlay* no primeiro pré-molar. No estudo foi concluído que a rápida taxa de polimerização do silicone e a rápida mudança de estado físico do hidrocolóide reversível podem diminuir a estabilidade dimensional devido à liberação de tensões latentes.

Eames et al. (1979) avaliaram o efeito do alívio das moldeiras na precisão e estabilidade dimensional dos moldes. Um modelo de aço inoxidável simulando um preparo de coroa total com a letra H desenhada na oclusal foi utilizado e sobre o mesmo foram construídas moldeiras com 2mm, 4mm ou 6mm de alívio. Foram realizadas 5 moldagens com cada moldeira utilizando os seguintes materiais: polissulfetos (Permlastic Omniflex e Image), poliéter (Impregum e Polyjel) e silicones por condensação (Optosil/Xantopren e Citricon). Todas as moldagens foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante, sendo que os moldes foram mantidos em água a 37°C até a presa do material. Após confecção do molde, a medida do traço presente na letra H foi realizada utilizando o microscópio comparador imediatamente após a presa do material e 24h após o armazenamento do molde. A partir da análise de gráficos das variações dimensionais, foi verificado que o alívio de 2mm proporcionou uma melhor estabilidade dimensional que os demais alívios e que todos os materiais apresentaram variação da estabilidade dimensional significativa após 24 horas. Os autores concluíram que não é necessário um espaço superior a 2mm nas moldeiras e que todos os materiais de moldagem são influenciados por um aumento no seu volume.

Breeding & Dixon (2000) compararam a acurácia do molde na largura vestibulo-lingual da margem gengival de molares superiores obtidos por dois tipos de moldeiras de dupla impressão e dois diferentes materiais elastoméricos. Um

manequim foi posicionado em um articulador e montado em máxima intercuspidação habitual. O primeiro molar superior esquerdo desse manequim recebeu um preparo para coroa total. Moldagens foram realizadas utilizando moldeiras plásticas ou metálicas e poliéter ou silicone por adição na técnica da dupla mistura (n=10). Os moldes obtidos foram armazenados durante dez minutos a temperatura ambiente e preenchidos com gesso tipo IV. A medida vestibulo-lingual do preparo foi aferida três vezes por microscópio óptico de comparação. Após análise estatística (ANOVA dois fatores), o uso da moldeira plástica com o poliéter ou silicone por adição produziu os modelos de gesso com os preparos mais largos que as moldagens realizadas com moldeiras metálicas. Os resultados também mostraram que houve diferença significativa entre as moldeiras utilizadas, mas não entre os materiais de moldagem testados. De acordo com os resultados, os autores concluíram que as moldeiras plásticas são preferidas que as moldeiras metálicas.

Nissan et al. (2000) avaliaram a precisão de três diferentes técnicas de moldagem utilizando silicone por adição (President Plus, Coltene) nas consistências massa e leve nas moldagens de um modelo de laboratório. Um modelo mestre metálico contendo três preparos de coroa total com sulcos em forma de cruz na oclusal foi confeccionado. A partir deste modelo foram realizadas diferentes técnicas de moldagem (n=15): dupla mistura, reembasamento utilizando *copings* de aço inoxidável com 2,0mm de espessura (alívio) e técnica do reembasamento utilizando espaçador de polietileno com 1,5mm de espessura (alívio). Os moldes obtidos foram armazenados a temperatura ambiente (25°C) durante o período de uma hora. Os modelos foram vazados utilizando gesso do tipo IV e as medidas aferidas por meio de um microscópio comparador com precisão de 0,001mm. Após análise estatística utilizando ANOVA um fator, a contração por polimerização do material de moldagem

ocorrida pela técnica de moldagem com alívio de 2mm foi significativamente menor que a ocorrida na técnica da dupla mistura e pela técnica utilizando o alívio de 1,5mm. No presente trabalho foi concluído que a técnica do reembasamento apresentou a melhor acurácia na obtenção de moldes de silicone por adição, resultando em modelos de gesso mais precisos.

Brosky et al. (2002), determinaram a influência do tipo de moldeira e da técnica de vazamento dos modelos de gesso nas alterações dimensionais dos mesmos. Moldagens de um modelo de aço inoxidável contendo 5 preparos para coroa total foram realizadas. As superfícies oclusais apresentavam uma marcação em forma de X. Moldagens foram realizadas utilizando moldeiras individuais de resina acrílica e moldeiras de estoque. Cada grupo foi dividido em 2 subgrupos (n=14), onde os modelos foram vazados imediatamente após serem invertidos sobre uma placa de cerâmica ou sem inversão, a fim de se verificar se o contato do gesso com uma superfície plana alteraria o grau de expansão do mesmo. As moldagens foram realizadas utilizando silicone por adição (Examix VPS, GC America Inc). E os modelos vazados com gesso tipo V após uma hora de armazenamento dos moldes. O modelo mestre e os modelos de gesso foram digitalizados e as imagens processadas por um software (Polyworks 4.0.2). As distâncias foram medidas em cada modelo obtido e no modelo mestre, sendo que os dados foram submetidos ao teste estatístico ANOVA de 2 fatores. Ao avaliar os modelos, apenas quatro entre as 45 medidas apresentaram diferenças estatísticas, sendo que não houve diferenças significantes entre as variáveis testadas. De acordo com os resultados, foi concluído pelos autores que o tipo de moldeira e a técnica para obtenção dos modelos afetam a precisão dos modelos de gesso.

Chen et al. (2004) avaliaram os efeitos de diferentes materiais de moldagem e tempos de armazenamento na precisão e estabilidade dimensional dos moldes. Os materiais de moldagem utilizados neste estudo incluíram três alginatos: Algiace Z (Sankin Kogyo KK), Cavex (Cavex) e Jeltrate (Dentsply Asia); três silicones por adição: Aquasil LV (GC America Inc), Exaflex tipo regular (GC America Inc) e Express (3M Dental Products); dois silicones por condensação: Coltex Fine (Coltene/Whaledent Inc.) e Rapid Liner (Coltene/Whaledent Inc.); e dois materiais experimentais à base de silicone por adição apresentando a mesma composição, variando apenas a quantidade de carga inorgânica: KE106A e KE106B (Shinetu Chemical Co.). Modelos de metal simulando um preparo dentário de 9mm de diâmetro e 10mm de altura foram utilizados para a confecção dos moldes com cada material. Os materiais à base de alginato foram preenchidos com gesso imediatamente (T1), após uma hora (T2) e 24 horas (T3) de armazenamento dos moldes. Já os materiais à base de silicone foram preenchidos com gesso após armazenamento por 30 minutos (T1), uma hora (T2) e 24 horas (T3). O diâmetro oclusal dos modelos metálico e de gesso foram determinados a partir de fotografias oclusais (Kodak DC 290) e as medições realizadas por análise das imagens pelo software Image-Pro Plus versão 4.1 (Media Cybernetics). O teste ANOVA 2 fatores foi utilizado para análise estatística. Os resultados demonstraram que houve influência no tempo de armazenamento na precisão dos moldes, sendo que os silicones por adição Aquasil e Exaflex apresentaram a maior precisão e estabilidade dimensional. Os piores resultados de estabilidade dimensional foram encontrados para os alginatos Cavex e Jeltrate. Entre os materiais experimentais, a maior alteração dimensional ocorreu com o material que continha menor quantidade de carga inorgânica (KE106A). No estudo foi concluído que os materiais à base de

silicone por adição apresentaram melhor precisão e estabilidade dimensional e que a discrepância nos moldes de alginato aumenta com o tempo de armazenamento do molde, sendo que quanto maior a quantidade de carga, menor a essa diferença.

Shah et al. (2004) compararam a precisão dimensional de uma técnica de moldagem utilizando um material à base de poliéter (Impregum, 3M ESPE) e um material à base de silicone por adição (President, Coltene) por meio de um escâner a laser e um software tridimensional de superposição. Foram realizadas vinte moldagens (n=10) de um modelo mestre representando uma arcada dentária contendo dois dentes posteriores hígidos e um preparado para coroa total. O modelo mestre e os modelos em gesso foram digitalizados com o escâner à laser para produzir uma imagem tridimensional. O software visualizador de superfície 3D sobrepôs o modelo mestre à réplica de gesso e a diferença entre as imagens analisadas e os materiais comparados por meio do teste t. Os modelos obtidos por silicone por adição apresentaram maiores alterações que os modelos fabricados pelo molde de poliéter, entretanto ambos os valores de alteração estão dentro do mínimo aceitável. Foi concluído que ambos os materiais de moldagem testados forneceram uma réplica exata dos dentes moldados.

Samet et al. (2005) avaliaram a qualidade dos moldes enviados a laboratórios para a fabricação de próteses parciais fixas (PPF), descrevendo a frequência de erros clinicamente detectáveis e analisando as correlações entre os diversos fatores envolvidos. Foram avaliados 193 moldes para PPF imediatamente após a chegada em 11 laboratórios odontológicos por 3 examinadores previamente calibrados. A técnica de moldagem e o material usado, o tipo de moldeira e o número de dentes preparadas foram registrados para cada molde. Dados relativos a erros e falhas, incluindo defeitos na polimerização do material, retenção na moldeira, contato do

tecido pela moldeira, áreas do molde além das bordas das moldeiras, exposição do elastômero de consistência massa/pesado através do material de consistência leve, união inadequada dos materiais à moldeira, fios de retração gengival incorporados nos moldes e poros ou rasgos ao longo da margem também foram documentados. Os dados foram analisados com o teste qui-quadrado de Pearson ($\alpha=0,05$). Das moldagens, 89,1% tiveram um ou mais erros observáveis. Correlações significativas foram encontradas entre tipo de material e poros ou rasgos na linha de término e entre tipo de material e problemas de polimerização. De acordo com os resultados, foi concluído que as moldagens feitas com poliéter tiveram os erros mais detectáveis, seguidos pelos silicões por condensação.

Faria et al. (2008) compararam a precisão de diferentes materiais de moldagem utilizados para próteses parciais fixas. Um modelo mestre representando um segmento parcialmente edentado mandibular com dentes preparados para coroa total foi utilizado. Moldeiras individuais em resina acrílica foram utilizadas. Alginato e materiais elastoméricos (silicões por adição e condensação, polissulfeto e poliéter) foram usados e modelos em gesso pedra tipo IV foram obtidos após as moldagens. Para determinar a precisão dos materiais de moldagem, foram realizadas fotografias digitais dos modelos mestre e de gesso, sendo as discrepâncias entre eles medidas por meio de um software fotogramétrico. Os dados foram submetidos à ANOVA e teste de Duncan ($\alpha=0,05$). O poliéter e o silicone por adição foram mais precisos do que o alginato e o silicone por condensação. Os autores concluíram que diferentes materiais de moldagem influenciam na precisão dos modelos de gesso.

Caputi & Varvara (2008) analisaram a precisão dimensional de quatro diferentes técnicas de moldagem (moldeira individual, reembasamento, dupla mistura e reembasamento com aplicação de material leve com seringa). As

moldagens foram realizadas em um modelo mestre metálico apresentando dois preparos para coroa total. Foram utilizadas moldeiras individuais de resina acrílica e moldeiras de estoque metálicas. O material de moldagem utilizado no estudo foi um silicone por adição (Aquasil, Dentsply). Todos os moldes foram estocados em temperatura ambiente por 1 hora e preenchidos com gesso pedra tipo IV. O diâmetro e altura dos preparos assim como a distância entre eles foram medidos com um escâner (Pizca 3D PIX-4, Roland Europe SpA). Os dados obtidos foram analisados por ANOVA um fator e teste de Student-Newman-Keuls ($\alpha=0,05$). Os modelos de gesso obtidos com todas as técnicas de moldagem tiveram dimensões significativamente maiores em comparação com as do modelo mestre. A técnica do reembasamento com aplicação de material leve utilizando seringa apresentou modelos com a menor alteração dimensional. Os autores concluíram que a técnica de moldagem influencia diretamente na estabilidade dimensional dos modelos de gesso.

Pant et al. (2008) avaliaram a estabilidade dimensional de moldes feitos por quatro diferentes silicones por adição armazenados por treze semanas. Um modelo representando uma maxila parcialmente dentada foi utilizada para a moldagem com os seguintes materiais: Elite Double 8 (Zhermack), Gemini Transparent (Bracon), C & J Pourable Silicone (Chaperlin and Jacobs) e Z Dupe (Henry Schein). As moldagens, assim como o armazenamento das amostras, foram realizadas sob temperatura ambiente ($21 \pm 2^{\circ}\text{C}$) ou a 37°C . Cada medida foi avaliada no modelo mestre e nos moldes três vezes, e uma média foi obtida, por análises de imagens computadorizadas (Global Lab Image versão 3, Data Translation Ltd) obtidas por uma câmera fotográfica (Sony, CCD - IRIS, Hi Resolution, SSC M370 CE). O teste ANOVA um fator foi utilizado a fim de comparar cada material de moldagem dentro

de cada temperatura (21°C ou 37°C). Os resultados mostraram que, à temperatura ambiente, dois materiais (Elite Double 8 e Z Dupe) não apresentaram variação dimensional significativa, enquanto os demais apresentaram uma discreta contração. No entanto, as amostras do material Z Dupe quando armazenadas a 37°C apresentaram alterações dimensionais significativas. Os autores concluíram que nenhum dos materiais apresentou variação dimensional superior a 2% e que os materiais à base de silicone por adição apresentaram estabilidade dimensional satisfatória ao longo do tempo avaliado.

Fonseca et al. (2010) determinaram a radiodensidade de diferentes materiais de moldagem e os compararam ao esmalte e à dentina humana e bovina. Foram estudados vinte e cinco materiais de moldagem de cinco classes: silicones por adição e condensação, poliéter, polissulfetos e alginatos. Cinco amostras com 1 mm de espessura de cada material e estrutura dentária foram produzidas. Cada amostra foi avaliada 3 vezes (n=15), sendo exposta a radiografia sobre uma placa de fósforo de um sistema digital (Digora, Kavo/Gendex), sendo obtida a radiodensidade. Os dados foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal Wallis e Dunn ($\alpha=0,05$). Os polissulfetos apresentaram os maiores valores de radiodensidade, comparáveis ao esmalte humano, mas não ao esmalte bovino. A radiodensidade da dentina humana foi semelhante apenas ao silicone por adição de consistência pesada. Em geral, os materiais de consistência pesada mostraram maior radiodensidade do que os de consistência leve. De acordo com os resultados, foi concluído que a radiodensidade dos materiais de moldagem é influenciada pela composição e que quase todos apresentam uma detecção difícil contra o esmalte ou dentina.

Garrofe et al. (2011) avaliaram a estabilidade dimensional linear de diferentes materiais elastoméricos ao longo do tempo. Foi utilizado um modelo padrão metálico como referência. Três moldagens foram realizadas com cada um dos seguintes materiais: silicone por adição Examix (GC), Aquasil (Dentsply) e Panasil (Kettenbach); e silicone por condensação (Densell, Dental Medrano), Speedex (Coltene) e Lastic (Kettenbach). Todas as moldagens foram realizadas utilizando as consistências massa e leve por meio da técnica de dupla mistura. Fotografias digitais padronizadas foram realizadas em diferentes intervalos de tempo (0, 15, 30, 60, 120 minutos; 24 horas; 7 e 14 dias) e analisadas usando o software (Image Tool) para medir a distância entre as linhas de referência presente nos moldes. Os dados foram analisados por ANOVA dois fatores ($\alpha=0,05$). Os resultados mostraram que os diferentes tempos de armazenamento e materiais de moldagem avaliados demonstram diferentes valores de alteração dimensional linear. Dessa forma, os autores concluíram que o tempo e material de moldagem afetam significativamente a estabilidade dimensional linear dos moldes.

Langlois et al. (2011) compararam a precisão de medidas realizadas em hemi-mandíbulas secas de humanos a partir de radiografias periapicais e panorâmicas convencionais e digitais. As distâncias aferidas compreendiam o limite superior do rebordo alveolar e o limite inferior da base da mandíbula; a distância entre o limite superior do rebordo alveolar e o limite superior do canal mandibular; e a distância entre o limite inferior do canal mandibular e o limite inferior da base da mandíbula. Utilizando um paquímetro digital foram realizadas três medições em cada uma dessas distâncias diretamente na hemi-mandíbula assim como nas radiografias convencionais. Já nas radiografias digitalizadas as distâncias foram medidas por meio de software Image Tool versão 3.00 (UTHSCSA). Os dados, após

análise estatística (ANOVA um fator), demonstraram não haver diferenças estatísticas entre as radiografias periapicais e panorâmicas, ou entre as medidas realizadas utilizando o paquímetro digital ou o software. De acordo com os resultados, foi concluído que as técnicas radiográficas utilizadas assim como o software testado são confiáveis para realização de medidas verticais nas áreas selecionadas.

Ono et al. (2011) compararam a eficácia da radiografia digital no diagnóstico de reabsorções radiculares apicais e linguais por meio das técnicas digital convencional e subtração digital. Dentes mandibulares foram radiografados e tiveram seus tamanhos aferidos com um paquímetro digital (Mitutoyo). Após realizadas as radiografias iniciais, os dentes tiveram reabsorções radiculares apicais (grupo 1) e linguais (grupo 2) simuladas usando brocas esféricas. Uma segunda radiografia foi realizada e novas medições foram feitas usando o paquímetro digital. As imagens foram analisadas e as medições aferidas pelo software Image Tool (UTHSCSA). Após análise estatística pelo coeficiente de Kappa, os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as reabsorções radiculares apicais, independentemente do tamanho da lesão. As reabsorções radiculares linguais de 1,0mm ou mais também não apresentaram diferença estatística, no entanto, a técnica de subtração digital apresentou estatisticamente melhores resultados (maior precisão) no diagnóstico de reabsorções linguais entre 0,5mm e 1mm. Já as reabsorções linguais inferiores a 0,5mm não foram detectadas por nenhuma das técnicas radiográficas. No presente trabalho foi concluído que ambas técnicas são precisas para detecção de reabsorção apical até 0,5mm e linguais de 1,0mm ou mais, no entanto, a técnica de subtração digital apresenta uma

performance melhor do que a técnica convencional no diagnóstico de reabsorções linguais inferiores a 1,0mm.

Jemt & Hjalmarsson (2012) compararam metodologias para a mensuração de desadaptações entre uma infraestrutura para prótese fixa sobre implantes e as plataformas dos implantes. Cinco estruturas em titânio (Procera Implant Bridge, Nobel Biocare AB) foram fabricadas pela técnica CAD/CAM a partir de um modelo mestre com cinco implantes em região anterior de mandíbula. Os desajustes entre as infraestruturas e modelos (n=5) assim como as distâncias entre os implantes e entre os cilindros das infraestruturas (n=5) foram realizadas por meio de uma máquina de medição de coordenadas (MMC; Zeiss Prismo Vast, Carl Zeiss) ligada a um computador e por meio de um escâner tridimensional óptico de alta resolução (Atos 4M SO, GOM International AG). Os dados coletados foram analisados e comparados entre as duas técnicas de medição por meio do teste t (5%). As medidas horizontais entre os implantes feitas pelo escâner tridimensional foram maiores que as medidas obtidas pelo MMC. Os autores concluíram que as medidas de desajustes entre a infraestrutura e os modelos são dependentes da técnica de medição.

Kumar & Aeran (2012) investigaram a influência da espessura do alívio da moldeira na precisão e estabilidade dimensional de moldagens realizadas a partir de silicone por condensação (Speedex, Coltene/Whaledent), silicone por adição (Reprosil, Dentsply) e poliéster (Impregum, 3M ESPE). Um modelo de aço inoxidável simulando dois preparos de coroa total foi fabricado. Foram confeccionadas linhas de referência nas oclusais e vestibulares dos preparos. Moldeiras com alívios de 2mm, 4mm e 6mm foram confeccionadas (n=5). Uma hora após a polimerização dos materiais os moldes foram preenchidos com gesso tipo IV (Ultra Rock). As medidas

nos preparos foram realizadas por um microscópio de comparação (0,001mm de precisão). Os dados foram tabulados e analisados estatisticamente. Os resultados do estudo indicaram que moldagens realizadas com moldeiras com alívios de 2mm produziram os modelos mais fiéis quando comparadas àquelas realizadas com alívios de 4mm e 6mm. Não houve diferença estatística na estabilidade dimensional ou precisão entre os três materiais testados. De acordo com os resultados, os autores concluíram que é aconselhável não exceder o alívio da moldeira acima de 2mm quando materiais elastoméricos são utilizados.

Rodrigues et al. (2012) compararam as propriedades físicas de diferentes alginatos vazados imediatamente e após diferentes períodos de armazenamento dos moldes. Foram testados quatro alginatos: Color Change (Cavex), Hydrogum (Zhermack), Hydrogum 5 (Zhermack) e Hydro Print Premium (Coltene). Foram avaliadas a recuperação elástica (n=3), resistência à compressão (n=3) e reprodução de detalhes e compatibilidade com o gesso (n=3). Tais propriedades foram avaliadas seguindo a especificação nº 18 da ADA. Os moldes foram armazenados à 23°C em ambiente com 100% de umidade relativa. Os tempos de armazenamento foram de 0 (controle), 1, 2, 3, 4 e 5 dias. Os dados analisados utilizando-se ANOVA dois fatores e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Todos os alginatos tiveram resultados satisfatórios para a reprodução de detalhes, compatibilidade com o gesso e resistência à compressão nos diferentes tempos de armazenamento. Apenas os alginatos Hydro Print Premium e Hydrogum 5 mostraram recuperação elástica satisfatória e semelhantes entre si após todos os períodos de armazenamento. Os autores concluíram que todos os moldes de alginato devem ser vazados imediatamente.

Sierraalta et al. (2012) avaliaram e compararam a adaptação de infraestruturas de próteses totais fixas fresadas em titânio e confeccionadas pelo método de fundição tradicional. Modelos confeccionados a partir de um modelo edentado contendo seis análogos de implantes foram divididos em dois grupos. No grupo 1, cinco padrões em resina simulando a infraestrutura para uma prótese total fixa sobre implante foram confeccionados e enviados para laboratórios de prótese dentária para fundição de infraestruturas em uma liga de paládio-ouro. No grupo 2, dez modelos tiveram suas infraestruturas em resina escaneadas para confecção de barras fresadas em titânio pela técnica CAD/CAM. Utilizando-se um software de medição foram registradas as posições das réplicas dos implantes no modelo mestre. A análise estatística foi realizada por meio de um sistema de coordenadas levando em consideração os eixos X, Y e Z, sendo que os dados dos grupos foram pareados com os dados do modelo edentado padrão. Os resultados demonstraram que o desajuste vertical médio das infraestruturas fundidas foi estatisticamente superior àquelas confeccionadas pelo sistema CAD/CAM. No presente trabalho foi concluído que as infraestruturas de prótese total de titânio obtidas pela fresagem tiveram maior adaptação que as estruturas fabricadas por fundição.

Singh et al. (2012) a fim de avaliarem a acurácia dos moldes feito de diferentes elastômeros e viscosidades, além de várias técnicas de moldagem, realizaram preparos de coroas totais em um modelo de resina acrílica representando uma maxila. Foram utilizadas as técnicas do reembasamento com elastômeros de consistência massa e leve com espaçador de polietileno de 0,3mm em moldeira de estoque; técnica da dupla mistura utilizando a consistência massa e leve em moldeira de estoque; técnica do reembasamento utilizando a consistência massa e leve com espaçador de polietileno de 2,0mm; técnica de passo único utilizando a

consistência regular em moldeira individual; técnica de passo único combinando a consistência regular e leve em moldeira individual; e técnica do reembasamento utilizando a consistência pesada e leve em moldeira individual. Os elastômeros utilizados foram Reprosil (Dentsply Caulk) e Accurate (sem fabricante, feito na Alemanha). Todos os moldes obtidos foram armazenados por 24h e preenchidos com gesso tipo IV (Kalrock, Bradent). As medidas ântero-posteriores e latero-laterais foram medidas por uma máquina de medição com precisão de 2mm. As técnicas utilizadas foram comparadas pelo teste ANOVA um fator enquanto a comparação entre as marcas comerciais foi realizada utilizando o teste t de Student. Entre as técnicas testadas, a técnica do reembasamento utilizando a consistência pesada e leve em moldeira individual apresentou a menor alteração dimensional. O pior resultado foi encontrado para a técnica da dupla mistura utilizando a consistência massa e leve em moldeira de estoque. Não houve diferença estatística entre as marcas comerciais de elastômeros utilizadas. No estudo foi concluído que a técnica de moldagem utilizada influencia na precisão e estabilidade dimensional do molde, sendo a técnica do reembasamento utilizando a consistência pesada e leve em moldeira individual aquela que apresentou os melhores resultados.

Bergin et al. (2013) avaliaram a viabilidade da utilização de uma técnica fotogramétrica para registrar a localização e orientação de múltiplos implantes e compararam com uma técnica convencional de moldagem de arco totalmente edentado. Um modelo de um arco mandibular edentado em gesso contendo 5 análogos de implantes foi confeccionado. As orientações espaciais tridimensionais dos análogos de implantes no modelo mestre foram medidas com uma máquina de medição de coordenadas (MMC) (controle). Cinco modelos foram feitos a partir do modelo mestre com uma técnica de moldagem esplintada. As posições dos

análogos dos implantes nos cinco modelos foram medidas com um escâner (Nobel Procera; método convencional). Marcadores ópticos foram anexados aos análogos dos implantes presentes no modelo mestre e um protocolo de padronizado consistindo em cinco conjuntos de imagens foram gravados com uma câmera digital. Os dados dimensionais foram importados para um software de fotogrametria (iWitness Pro, DeChant Consulting Services Inc). A precisão dos dois métodos foi comparada por meio de um teste t ($\alpha=0,05$). A precisão global não foi significativamente diferente entre os métodos convencional e fotogramétrico. No estudo foi concluído que a precisão geral da medição dos métodos fotogramétrico e convencional foi semelhante.

Dugal et al. (2013) compararam a precisão dimensional dos modelos obtidos a partir das técnicas de moldagem de dupla mistura e reembasamento usando três espaçadores metálicos com diferentes espessuras (0,5mm, 1mm e 1,5mm) e um silicone por adição (Express, 3M ESPE). Um modelo de aço inoxidável apresentando dois preparos foi confeccionado e 15 moldagens realizadas por cada técnica. Todas as moldagens foram realizadas em moldeira de estoque de metal perfurada. O modelo de aço, assim como os modelos em gesso, foram escaneados (Laser Denta) para obtenção de uma imagem virtual. As medidas intra e inter preparos foram realizadas por meio de um software (Rhino 3D). Os dados foram analisados pelo teste t ($\alpha=0,05$). Os modelos obtidos com a técnica da dupla mistura com espaçador de 0,5 mm apresentaram os menores valores de alteração dimensional. No presente trabalho foi concluído que a técnica de moldagem e a espessura do espaçador influenciam diretamente na estabilidade dimensional de modelos em gesso feitos de moldes de silicone por adição.

Vazquez et al. (2013) avaliaram a precisão das medidas de altura em radiografias panorâmicas digitais, utilizando implantes posicionados em região posterior de mandíbula. Radiografias panorâmicas digitais realizadas em 17 pacientes parcialmente edentados (10 mulheres e 7 homens com idade média de 65 anos) foram analisadas. Para otimizar a análise e limitar os erros na medição, foi incluído apenas um modelo e comprimento de implante: implantes com 10 mm de diâmetro (Straumann AG) inseridos em região posterior da mandíbula. Um software para medição das distâncias (Kodak 8000C) foi utilizado para medir o comprimento dos implantes. O teste de Bland-Altman analisou as concordâncias inter e intraobservador. Por intermédio do teste de Wilcoxon para dados pareados, o erro absoluto da medida do comprimento do implante foi comparado com o erro absoluto da medida da bola de referência correspondente (5%). A razão de distorção (RD) foi calculada dividindo o comprimento do implante radiológico pelo comprimento real do implante. A razão de distorção vertical média de 0,99 para os implantes caracterizou uma diferença irrelevante entre o comprimento real do implante comparado ao seu comprimento radiológico. Os autores concluíram que as medidas verticais tiveram acurácia e reprodutibilidade aceitáveis quando uma ferramenta de medição calibrada baseada em software foi utilizada, confirmando que a radiografia panorâmica digital pode ser utilizada de forma confiável para determinar o comprimento do implante pré-operatório em segmentos de pré-molares e molares mandibulares.

Vitti et al. (2013) mediram e compararam a precisão dos modelos de gesso obtidos pela moldagem de um modelo mandibular em aço inoxidável parcialmente edêntulo utilizando dois tipos de silicone por condensação: Zetaplus/Oranwash L (Zhemarck), e Optosil Comfort/Xantopren VL Plus (Heraeus Kulzer GmbH); e dois silicones por adição: Express Regular Set (3M Dental Products) e Aquasil Ultra

Regular Set (Dentsply). Os materiais estudados foram utilizados em três diferentes técnicas de moldagem: reembasamento, dupla mistura e moldeira individual. O modelo apresentava pontos nos elementos 33, 43, 37 e 47, utilizados como referências para medição das distâncias anteroposteriores e transversais por microscopia de comparação (Measuring Microscope STM, Olympus Optical Co.) com ampliação de 30X e 0,5µm de precisão. A precisão dimensional de cada material e técnica foi calculada em modelos em gesso tipo IV (Durone, Dentsply) (n=5). Os valores foram analisados estatisticamente por ANOVA dois fatores e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Todas as distâncias medidas nos modelos de gesso apresentaram alterações dimensionais com mudanças lineares negativas significativas. Os modelos de gesso obtidos pela moldagem realizada com silicone por adição apresentaram a melhor precisão. Não houve diferença significativa quando as diferentes técnicas de moldagem foram comparadas. Os autores concluíram que os fatores que interferem na precisão de estruturas moldadas estão associados ao material de moldagem utilizado.

Camardella et al. (2014) avaliaram a acurácia e a confiabilidade de medições da alteração dimensional feitas em modelos digitais. Foram selecionados 30 modelos ortodônticos de gesso de dentições permanentes. Esses modelos foram escaneados por escâner a laser de superfície (R700, 3Shape). As medições foram realizadas por três examinadores com um paquímetro digital, diretamente sobre os modelos de gesso, e digitalmente por meio de um software (Ortho Analyser, 3Shape) nos modelos digitais. Foram mensuradas 62 medidas, incluindo diâmetro e altura dentária, *overjet*, *overbite*, distâncias intercanino e intermolar, além da relação sagital bilateral. A análise estatística foi realizada com o teste t pareado para avaliar o erro intraexaminador e a precisão das medições nos modelos digitais ($\alpha=0,05$). A

reprodutibilidade entre os examinadores foi avaliada por meio do coeficiente de correlação intraclasse e a confiabilidade (teste de Bland e Altman). Apesar de existirem diferenças significantes entre as medições realizadas entre os modelos de gesso e os digitais, as discrepâncias foram consideradas clinicamente não significantes. Tanto os modelos de gesso quanto os modelos digitais apresentaram altos valores no coeficiente de correlação intraclasse entre os examinadores. Os autores concluíram que os modelos digitais podem ser utilizados clinicamente, substituindo os modelos de gesso com segurança.

Leão et al. (2014) introduziram uma modificação na técnica de moldagem de reembasamento e compararam as alterações dimensionais das moldagens obtidas por esta técnica com aquelas obtidas pela técnica convencional. Um bloco de resina acrílica foi fresado por um sistema CAD-CAM simulando três pilares (A, B e C) com diferentes distâncias entre eles. Na técnica modificada, antes da completa polimerização do silicone por adição de consistência massa, o procedimento de alívio foi feito por compressão e imediato reposicionamento da moldeira até completar a polimerização do material de moldagem. Os moldes (n=5) foram armazenadas em local seco à temperatura ambiente durante diferentes períodos (imediatamente, 1h, 2 dias e 7 dias). As distâncias foram calculadas por meio de software (Zirkonzahn Modellier) após escaneamento digital. As diferenças entre os moldes e as medidas de referência da matriz foram calculadas para determinar as alterações dimensionais. Os dados foram submetidos à ANOVA um fator e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Para as distâncias AB e BC, não houve diferença estatística entre a técnica modificada e convencional. Para CA, houve diferença significativa entre as técnicas para o tempo de armazenamento imediato. Em geral, para a técnica modificada, o material de moldagem teve expansão, enquanto para técnica convencional apresentou

contração. Os autores concluíram que os moldes obtidos por ambas as técnicas de moldagem mostraram estabilidade dimensional, exceto quando no tempo imediato.

Di Fori et al. (2015) avaliaram tridimensionalmente a precisão das moldagens de implantes utilizando um novo material resinoso (Smart Dentin Replacement - SDR, Dentsply). Um modelo representando uma mandíbula edêntula em titânio contendo seis análogos de implantes foi utilizado como modelo mestre e suas dimensões medidas com uma máquina de medição de coordenada. Um total de 60 moldagens em silicone por adição pela técnica da moldeira aberta foram realizadas e estas foram divididas em quatro grupos (n=15): grupo A - transferentes unidos por fio dental e resina fotopolimerizável SDR; grupo B - semelhante ao grupo A seguido por secção da esplintagem e nova esplintagem com resina fotopolimerizável SDR; grupo C - transferentes unidos por fio dental e resina acrílica (Duralay, Reliance Dental Manufacturing); e grupo D semelhante ao grupo C seguido por secção da esplintagem e nova esplintagem com resina acrílica. As moldagens foram medidas diretamente com uma máquina de medição de coordenadas optomecânica e analisadas com um software de modelagem geométrica. O teste pareado de Wilcoxon foi usado para comparar os grupos. Embora não tenha havido diferença entre os desvios tridimensionais médios entre os grupos A e B, ambos mostraram diferenças estatísticas em comparação com os grupos controles (C e D). A secção e a junção da esplintagem em SDR não tiveram impacto na precisão da moldagem. Foi concluído pelos autores que técnicas convencionais de moldagem para mandíbulas edentadas com implantes múltiplos são altamente precisas utilizando o novo material resinoso.

Giménez et al. (2015) avaliaram a precisão de dois sistemas de escaneamento intrabucal digital com diferentes métodos de processamento. Um

modelo mestre de maxila com seis implantes localizados nas posições do segundo molar, segundo pré-molar e incisivo lateral foi equipado com seis corpos de varredura cilíndricos. Os corpos de varredura foram colocados em diferentes angulações ou profundidades apicais à gengiva. Dois operadores experientes e dois inexperientes realizaram varreduras com dois diferentes softwares (3D Progress MHT e ZFX Intrascan, Zimmer Dental). Cinco distâncias diferentes entre implantes foram medidas, sendo as medições feitas em uma máquina de medição de coordenadas tridimensional (MMC). A homogeneidade dos dados referente às distâncias entre os implantes, ao operador e experiência foi medida por meio do teste Anderson-Darling e Levene. As diferenças entre operadores experientes e inexperientes, angulação e profundidade dos implantes foram comparados por meio do teste t de duas amostras e ANOVA um fator ($\alpha=0,05$). A experiência do operador, a angulação do implante e a profundidade do implante não foram associadas às diferenças entre os softwares de processamento, os quais apresentaram elevados valores das distâncias avaliadas. Foi concluído que nenhum dos dois sistemas testados seria adequado para moldagem digital de próteses de múltiplos implantes.

Padmaprabha et al. (2015) descreveram um procedimento de recuperação de espaço em uma paciente de 14 anos que necessitava de uma prótese fixa sobre implante para o primeiro molar superior. Ao exame, observou-se que o 1º molar mandibular estava em infra-oclusão e inclinado para lingual. Depois de considerar as várias modalidades de tratamento, o cirurgião-dentista optou por, ao mesmo tempo, intruir e vestibularizar o molar mandibular usando um mini-implante. As medições precisas de intrusão e vestibularização foram feitas usando um software (Dentascan). A intrusão de 1,8 mm e a movimentação vestibulolingual de 2,3 mm foi obtida em 45 dias. No relato de caso foi concluído que o mini-implante é um

dispositivo eficiente para intruir e vestibularizar o dente simultaneamente e o software é um método preciso para medir a movimentação dos dentes.

Varvara et al. (2015) compararam a reprodução dos detalhes de uma nova técnica de moldagem de três fases e dois passos, com a técnica de fase única e as técnicas convencionais de passo único e de dois passos. Dois preparos de coroa total em um modelo de aço inoxidável foram moldados utilizando um silicone por adição (Aquasil, Dentsply) (n=20). A nova técnica de moldagem incluiu a utilização de um material de consistência extra-leve que foi injetado após a reinserção do molde. Os dados foram analisados pelo teste quiquadrado seguido pelo teste post-hoc de Bonferroni. Os resultados mostraram que a frequência dos defeitos nos moldes variou de 100% no grupo moldado pela técnica de fase única para 5% quando moldados pela técnica experimental, sendo que as técnicas convencionais não mostraram diferenças significativas entre si. No presente trabalho foi concluído que a nova técnica proporciona uma melhora na reprodução de detalhes.

Kulkarni & Thombare (2015) avaliaram o efeito do tempo para vazamento e da temperatura de armazenagem dos moldes em sua estabilidade dimensional. Três marcas comerciais de alginato foram testadas: A-Velplast (Keller Laboratories), B-Marieflex (Dentsply), C-Zelgan (Dental Product of India). Foram realizadas marcações na cúspide méso-vestibular do primeiro molar direito, na cúspide do canino direito, no ângulo méso-incisal no incisivo central esquerdo, na ponta da cúspide vestibular do primeiro pré-molar esquerdo e na ponta de cúspide disto-vestibular do segundo molar esquerdo em um modelo dentado maxilar metálico. As moldagens foram realizadas e os moldes obtidos foram preenchidos com gesso tipo IV (Die Stone) e divididos em grupos de acordo com tempo de armazenamento (imediate, 20 minutos e 40 minutos) e temperatura (25°C, 30°C e 40°C) do molde.

Utilizando microscópio óptico de comparação foram calculadas as distâncias ântero-posteriores e latero-laterais de cada modelo obtido. Os resultados obtidos mostraram que a marca comercial Marieflex apresentou os melhores resultados em precisão dimensional comparada aos outros alginatos, sendo que o vazamento imediato apresentou os melhores resultados para os três materiais de moldagem testados. Já o armazenamento dos moldes a uma temperatura de 25°C apresentou os menores valores de distorção (maiores valores de estabilidade dimensional). De acordo com os resultados, foi concluído que a manutenção de temperatura e umidade durante transporte e armazenamento do molde são fatores importantes para prevenção alterações dimensionais.

Kumari & Nandeesshwar (2015) avaliaram e compararam as alterações dimensionais lineares de diferentes silicones por adição e técnicas de moldagem. As amostras foram divididas em três grupos: Elite-HD (Zhermack), Imprint II Garant (3M ESPE) e Aquasil Ultra Heavy (Dentsply/Caulk) nas consistências pesada e leve. Cada grupo subdividido de acordo com a técnica de moldagem utilizada: dupla mistura e reembasamento. Para o estudo foi confeccionada uma matriz de acordo com a especificação nº 19 da ADA. A avaliação da precisão dos moldes foi realizada 24 horas após a realização das moldagens por um projetor de perfil com precisão 0,001mm. Todas as leituras obtidas foram tabuladas e submetidas a análise estatística pelo teste ANOVA dois fatores. O material Imprint II Garant e Aquasil Ultra Heavy apresentaram melhores resultados de precisão dimensional que o Elite-HD para ambas as técnicas de moldagem testadas. De acordo com os resultados, foi concluído que as técnicas de moldagem não interferem nos valores de precisão dimensional.

Preus et al. (2015) avaliaram a precisão de uma técnica de avaliação de exame radiológico. Sete mandíbulas humanas secas contendo 20 dentes foram utilizados no experimento. As medidas dos elementos dentários foram realizadas utilizando um paquímetro digital (Cocraft). As radiografias foram feitas utilizando posicionadores paralelos ao elemento dentário e com angulação de 30°. As imagens radiográficas obtidas foram avaliadas por um software de imagens (ImageJ) com ou sem a instalação de um *plugin* que registrava as medidas do nível ósseo. As medidas obtidas pelas radiografias foram analisadas pelo teste-t pareado. Quando o *plugin* não foi utilizado houve um aumento de 11,4% na medida do nível ósseo, enquanto este aumento foi de apenas 0,6% quando o *plugin* foi utilizado. A conclusão mostra que o *plugin* adicionado ao software reduz o viés da técnica de medição das distâncias dentárias nas radiografias.

Yang et al. (2015) determinaram o local, direção e angulação ideal para a instalação de miniimplantes de 1,5 mm de forma a se obter uma ancoragem bicortical no tratamento ortodôntico, assim como os locais de maior qualidade e densidade óssea. Para tanto, dados de tomografia computadorizada de feixe cônico foram obtidos de 50 adultos. Reconstruções tridimensionais e medições foram feitas por um software (SimplantPro, Materialize). Para cada sítio interradicular, foram medidas as espessuras ósseas e as distâncias interradiculares em 1,5, 3, 6 e 9 mm acima da junção amelocementária. Os locais interradiculares ideais na maxila de forma a se garantir uma ancoragem bicortical de mini-implantes de 1,5mm de diâmetro foram, em todos os planos, entre o primeiro e o segundo pré-molares, e entre o segundo pré-molar e o primeiro molar. Os locais palatais seguros situavam-se entre o primeiro e segundo molares, e os locais vestibulares seguros do plano de 9mm foi entre os incisivos centrais e entre o incisivo lateral e o canino. Os locais

vestibulares seguros dos planos de 6 e 9mm estavam entre o primeiro e o segundo molares, e os locais bucais seguros dos planos de 3, 6 e 9mm estavam entre o canino e o primeiro pré-molar. A maioria das espessuras ósseas foi de 8 a 12 mm. O ângulo ideal de posicionamento entre o segundo pré-molar e o primeiro molar foi de 58°. No presente trabalho foi concluído que a colocação bicortical em maxila, por incluir mais unidades de regiões ósseas densas, seria mais estável quando comparados a miniplantes unicorticais angulados; que para o local entre os molares, um cuidado especial deve ser tomado em um plano maior que 6 mm para evitar a penetração do seio maxilar; e que a área interradicular mais favorável na maxila foi entre o segundo pré-molar e o primeiro molar.

Adelipour et al. (2016) examinaram a eficiência de células endoteliais derivadas de células troncos no controle do crescimento do tumor de mama associado à angiogênese anormal. Para este propósito, uma espécie de camundongo foi submetido a terapia intra-tumoral e intra-venosa de células troncos indiferenciadas ou células endoteliais derivadas delas. O crescimento do tumor foi medido após terapia celular usando um paquímetro digital. O transplante de células-tronco para camundongos com tumores de mama resultou em supressão do crescimento tumoral em todos os grupos experimentais. Em conclusão, os dados mostram que as células endoteliais diretamente injetadas nos tumores são mais eficientes em comparação com as células troncos indiferenciadas no controle da angiogênese associada ao tumor e crescimento tumoral.

Chagas et al. (2016) verificaram a incidência e as medidas morfométricas de úmeros secos no Brasil. Um total de 330 úmeros secos foram analisados e divididos em três grupos: ossos apresentando forame (22,5%), ossos exibindo um forame translúcido (41,2%) e ossos sem forame (36,3%). O diâmetro dos forames foi

medido por um paquímetro digital. A análise estatística foi realizada pelo teste-t. Não houve diferença estatística entre os diâmetros dos forames do lado esquerdo e direito. Os autores concluíram que o tamanho do canal intramedular não é influenciado pelo lado avaliado.

Lops et al. (2016) analisaram por espectrofotometria digital a influência do material do munhão na coloração do tecido periimplantar em pacientes com biótipos gengivais finos. Para tal, a cor do tecido periimplantar de 37 pacientes que receberam implantes osseointegráveis em região anterior de maxila foram medidas a partir de espectrofotometria, sendo a sua espessura medida por um paquímetro digital (Iwanson Decimal Caliper, Asa Dental). Após análise estatística por meio de Teste de Friedman de dois fatores e teste post hoc de Bonferroni as performances dos munhões de ouro, titânio e zircônia foram comparadas. Os resultados mostraram que as medidas relacionadas a todos os tipos de munhões ultrapassaram o limite crítico de coloração ($\sim\Delta E8,00$) para distinção a olho nu. Os valores de ΔE no tecido mole sobre munhões de ouro e zircônia não apresentaram diferença estatística entre si e foram significativamente menores do que quando utilizado munhão em titânio. Os autores concluíram que a espessura do tecido mole é um fator crucial na alteração de cor após instalação do munhão e que munhões em ouro ou zircônia devem ser a primeira escolha do clínico em tecidos periimplantares com espessura inferior a 2mm.

Sayed et al. (2016) avaliaram a precisão dimensional de moldes elastoméricos obtidos pela mistura de diferentes marcas comerciais de silicone por adição pela técnica do reembasamento. Duas marcas de silicone por adição (Express e Aquasil) foram usadas para moldagens de um modelo de aço inoxidável simulando uma ponte de três elementos (n=10). Fotografias foram tiradas para o

modelo mestre e os modelos de gesso com uma câmera digital (Sony Cybershot, DSC-W730, Sony). Uma régua milimétrica foi fotografada junto com os modelos para referência nas medições. Todas as dimensões inter e intra-preparos foram digitalmente medidas por um observador previamente calibrado utilizando um software de processamento de imagens (Image Pro 6, Media Cybernetics). Os dados foram analisados por ANOVA e teste post hoc de Scheffe ($\alpha=0,05$). Os resultados indicaram que ambas as dimensões inter e intra-preparos dos modelos em gesso apresentaram alteração dimensional, entretanto não houve diferença estatística entre essas dimensões nos quatro grupos testados. Os autores concluíram que a mistura das diferentes marcas comerciais de silicone por adição avaliadas não afetou a precisão dimensional.

Bratos et al. (2017) testaram um novo protocolo de captura intrabucal de imagens para obtenção do posicionamento tridimensional de implantes sob condições simuladas de abertura de boca e distância intercomissural. Um manequim foi montado simulando as condições intrabucal de um paciente com mandíbula edêntula e cinco implantes entre os forames mentonianos. Duas distâncias interincisais (35mm e 55mm) e três distâncias intercomissurais (55mm, 75mm e 85mm) foram simuladas para registro das posições dos implantes. As orientações espaciais das réplicas de implantes embutidas no modelo de referência foram medidas usando uma máquina de medição de coordenadas - MMC (controle). Cinco modelos foram feitos por meio de uma técnica de moldagem convencional esplintada do modelo de referência. As posições das réplicas de implantes para cada um dos 5 modelos foram medidas com um escâner Nobel Procera (método digital convencional). Um processo fotogramétrico consistindo na captura por meio de um protocolo padronizado de 12 imagens em três diferentes eixos foi

desenvolvido a fim de se obter a posição tridimensional dos implantes nos seis grupos que combinavam distâncias interincisais máxima e mínima com distâncias intercomissurais máxima, média e mínima. As imagens foram importadas para o software de fotogrametria e os dados foram comparadas utilizando o teste ANOVA um fator com um teste F ($\alpha=0,05$). A precisão (erro padrão de medição) da MMC foi significativamente superior ao método de moldagem convencional. Os grupos com o método fotogramétrico foram estatisticamente semelhantes ao grupo moldagem convencional, com exceção dos grupos com distância intercomissural média – abertura máxima e distância intercomissural máxima – abertura máxima. No estudo foi concluído que o grupo controle demonstrou a maior precisão.

Naumovski & Kapushevskaja (2017) realizaram uma revisão bibliográfica sobre a estabilidade dimensional e precisão das moldagens obtidas por vários materiais de moldagem à base de silicone e diferentes técnicas de moldagem. Artigos científicos entre o período de 2002 e 2016 foram selecionados de acordo com os materiais de moldagem utilizados, técnica de moldagem, tempo de armazenamento do molde, tipo de metodologia utilizada na mensuração da alteração dimensional e o uso do espaçador durante as moldagens. Os resultados mostraram que vários fatores influenciam a estabilidade e precisão dimensional de modelos obtidos por materiais de moldagem à base de silicone, dentre eles a viscosidade do material de moldagem, a espessura do molde, a técnica de moldagem empregada, a presença de retenção do material de moldagem à moldeira, o tempo e a forma de armazenamento do molde, o número de modelos obtidos a partir de um mesmo molde, a hidrofília do material de moldagem e liberação (ou não) de subprodutos após a polimerização, a contração térmica, além da recuperação elástica incompleta. A revisão da literatura confirmou grande diversidade de metodologias

utilizadas na medição da alteração dimensional dos materiais de moldagem e ressaltou a necessidade de padronização das metodologias aplicadas nessas pesquisas.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo neste estudo foi verificar a eficácia de técnicas alternativas de mensuração da precisão dimensional de moldes obtidos por diferentes materiais de moldagem. A hipótese nula é de que não haveria diferença entre as técnicas estudadas.

4. METODOLOGIA

Os ensaios de moldagem foram desenvolvidos de acordo com as especificações ISO 21563:2013 (alginato) e ISO 4823:2015 (elastômeros) para o teste de alteração dimensional linear, com exceção do método de medição desse parâmetro, que além de realizado por meio da microscopia por comparação conforme preconizado pelas ISOs supracitadas, também foi efetuada utilizando-se o paquímetro digital e digitalização da imagem associada a medição por software (Figura 1).

Unidade experimental	Moldes de alginato e elastômeros desenvolvidos de acordo com as especificações ISO.
Fatores em estudo	Técnica de mensuração da precisão dimensional (3 níveis): - Microscópio comparador, paquímetro digital e digitalização por meio de câmera fotográfica.
Variável de resposta	Precisão dimensional.

Figura 1. Delineamento experimental

Os materiais de moldagem utilizados neste estudo foram o alginato (Hydrogum 5, Zhermack, Badia Polesine, RO, Itália), o silicone por condensação de consistência leve (Oranwash L, Zhermack), o silicone por condensação de consistência massa (Zetaplus, Zhermack), o silicone por adição de consistência leve (Futura AD, DFL Indústria e Comércio Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil), o silicone por adição de consistência massa (Futura AD, DFL) e o poliéter de consistência leve (Impregum Soft, 3M Dental Products, St. Paul, MN, EUA) (Tabela 1).

Tabela 1. Materiais de moldagem e composição química

Material de Moldagem	Composição
Hidrogum 5	Alginato de potássio, terra diatomácea, sulfato de cálcio, fosfato trissódico e silano triaminofuncional. [†]
Zetaplus / Oranwash L	Pasta base: polímeros de silicone à base de polidimetilsiloxano com grupamentos terminais hidroxila, cargas (sílica e outras) e pigmentos. Pasta catalisadora: pigmento, óleo mineral, carga e endurecedor.*
Impregum Soft	Polímero de poliéter, triglicerídeos de ácidos graxos, dibenzil tolueno, pigmentos, sulfonamida, polietilenopolipropileno glicol e carga (terra diatomácea).*
Futura AD Fluido / Massa	Polivinilsiloxano, dióxido de silício, hidrocarboneto, metilhidrogenosiloxano, corantes e complexo organoplatínico.#

[†]Rodrigues et al., (2012). *Fonseca et al. (2009). #Fabricante

Uma matriz metálica cilíndrica com 38mm de diâmetro externo, 30mm de diâmetro interno e cuja superfície superior apresenta três linhas paralelas entre si com 25mm de comprimento e 20, 50 e 75µm de largura, foi utilizada para a realização das moldagens com todos os materiais avaliados. Essas linhas horizontais são cortadas por outras duas linhas verticais para marcar os pontos de mensuração das distâncias. Também foi utilizado um anel circular com 38mm de diâmetro externo, 30mm de diâmetro interno e 20mm de altura como moldeira (Figura 2).

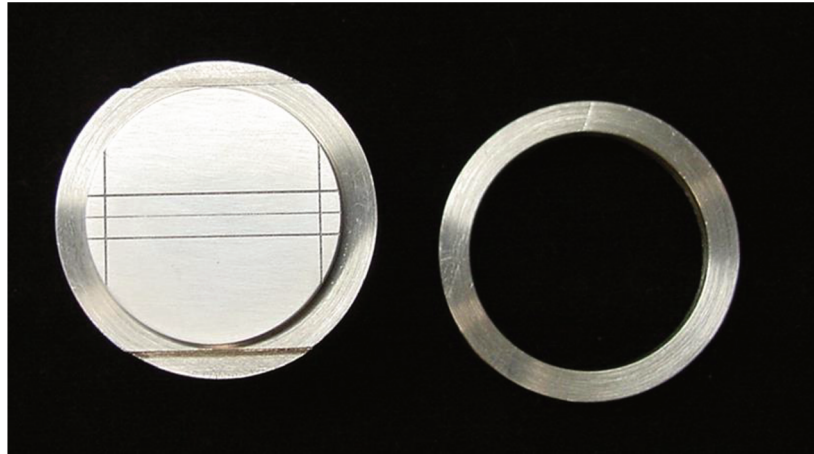


Figura 2 - Matriz metálica utilizada no estudo (ISO 21563:2013 e 4823:2015)

Foi realizado o teste-t para o cálculo amostral estabelecer o número mínimo de amostras necessárias para a realização da metodologia (Tabela 2). A média estimada da amostra e o desvio padrão foram obtidos por meio de dados disponíveis na literatura científica. Já a média da população foi adquirida pelo teste piloto.

Tabela 2. Cálculo amostral

	Valores
Média estimada da amostra	25,20
Desvio padrão	0,09
Média da população	25,16
Poder do teste	95%
Nível alfa	0,05
Tamanho da amostra	11

Dessa forma, as distâncias lineares horizontais no modelo metálico foram mensuradas sob três diferentes formas (n=12):

MC (controle): microscópio comparador (Olympus Measuring Microscope STM, Olympus Optical Co, Tóquio, Japão) com um aumento de 30x (Figura 3);

PQ: utilizando um paquímetro digital (Mitutoyo Digimatic, Kawasaki, Kanagawa, Japão) com precisão de 0,01 mm (Figura 4);

DI: digitalização utilizando uma câmera fotográfica digital (Canon EOS Rebel 3Ti, Canon, Nova York, NY, EUA) com lente macro de 100mm (Figura 5), acoplada a um tripé (Figura 6), sendo as distâncias no molde/modelo medidas por meio de software ImageJ (US National Institutes of Health, Bethesda Softworks, Rockville, MD, EUA).



Figura 3 - Microscópio comparador



Figura 4 - Paquímetro digital



Figura 5 - Câmera fotográfica digital



Figura 6 - Tripé utilizado para padronização da distância câmera-matriz (A) e câmera-amostra (B)

Os materiais de moldagem foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. As medidas de pó e líquido do alginato foram mensuradas em medidores disponibilizados pelo fabricante (Figura 7), sendo o alginato manipulado em cuba de borracha (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) e espátula plástica (Angelus) (Figura 8). Os materiais de moldagem elastoméricos de consistência leve foram dosados (Figuras 9a e 9b) e espatulados com espátula metálica nº 36

(Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) sobre uma placa de vidro (Golgran) (Figuras 10a e 10b) ou misturados mecanicamente com o dispositivo de auto mistura (Figura 11). Os materiais de moldagem elastoméricos de consistência massa foram dosados (Figuras 12a e 12b) e manipulados manualmente (Figuras 13a e 13b).

Uma placa de vidro foi utilizada para padronização da pressão aplicada e permitir o extravasamento do excesso de material de moldagem (Figura 14). Os procedimentos de moldagem foram realizados em uma sala com temperatura controlada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). Após o período de geleificação ou polimerização dos materiais, as amostras foram armazenadas por 30min a 25°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), sendo que os moldes de alginato foram conservados em um pote hermeticamente fechado com umidade relativa 100% (Figura 15) e os moldes de elastômeros em ambientes fechados e secos (Figura 16).



Figura 7 - Medidores de água e pó para alginato



Figura 8 - Cuba de borracha e espátula para manipulação do alginato

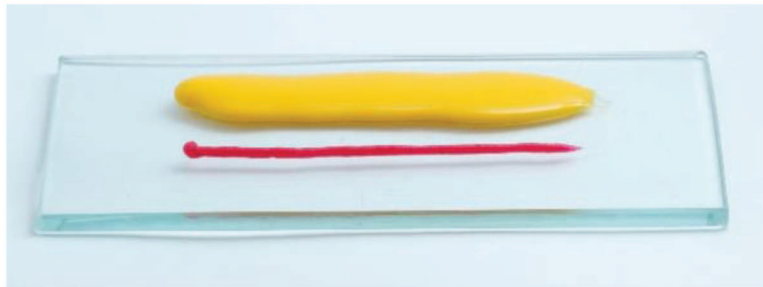


Figura 9a - Silicone por condensação (leve) dosado sobre uma placa de vidro



Figura 9b - Poliéter dosado sobre uma placa de vidro



Figura 10a - Silicone por condensação (leve) sendo manipulado



Figura 10b - Poliéter sendo manipulado



Figura 11 - Dispositivo de auto mistura para manipulação do silicone por adição (leve)



Figura 12a - Silicone por condensação (massa) dosado



Figura 12b - Silicone por adição (massa) dosado



Figura 13a - Silicone por condensação (massa) sendo manipulado



Figura 13b - Silicone por adição (massa) sendo manipulado

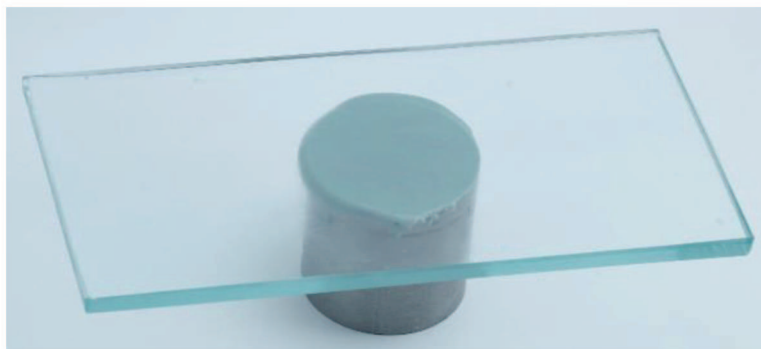


Figura 14 - Pressão aplicada durante o procedimento de moldagem

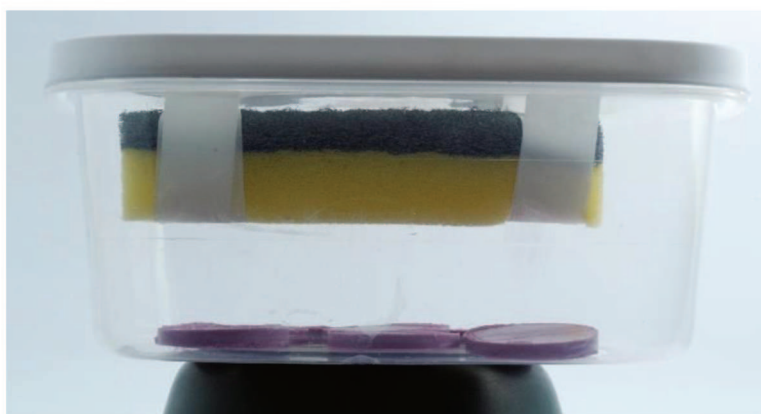


Figura 15 - Moldes em alginato armazenados em recipientes plásticos

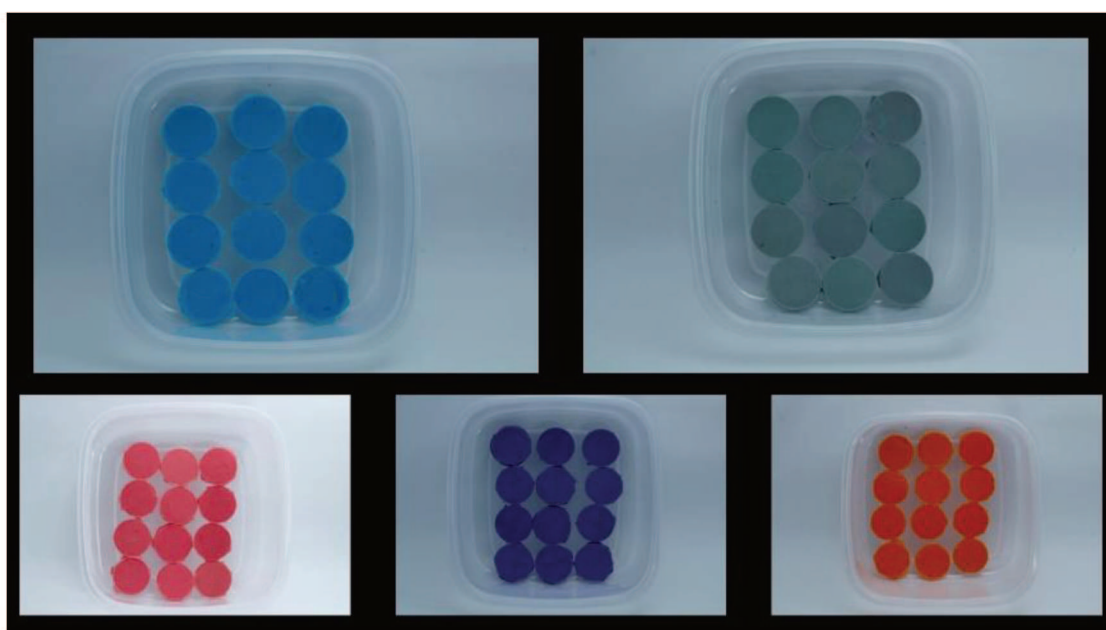


Figura 16 - Moldes em elastômeros armazenados em recipientes plásticos

Uma inspeção visual criteriosa foi realizada descartando qualquer molde que apresentasse defeitos, tais como poros, bolhas, rasgamentos ou ausência de material que interferisse na leitura de alguma das linhas (figura 17), utilizando-se apenas aqueles com os pontos de mensuração íntegros (figura 18).

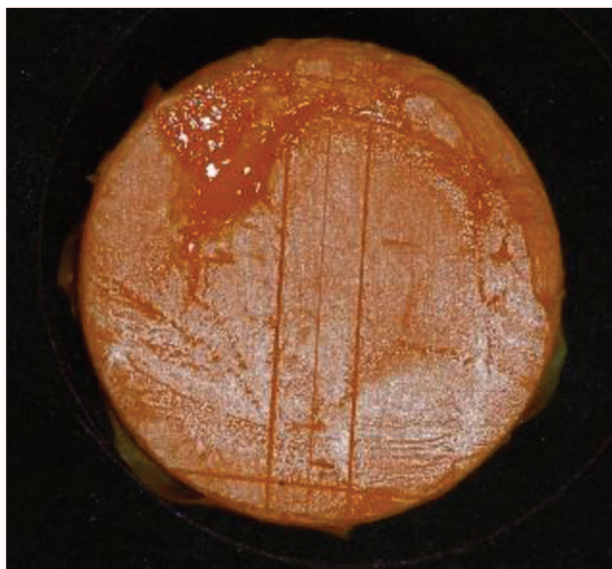


Figura 17 - Molde descartado por deficiência durante a moldagem

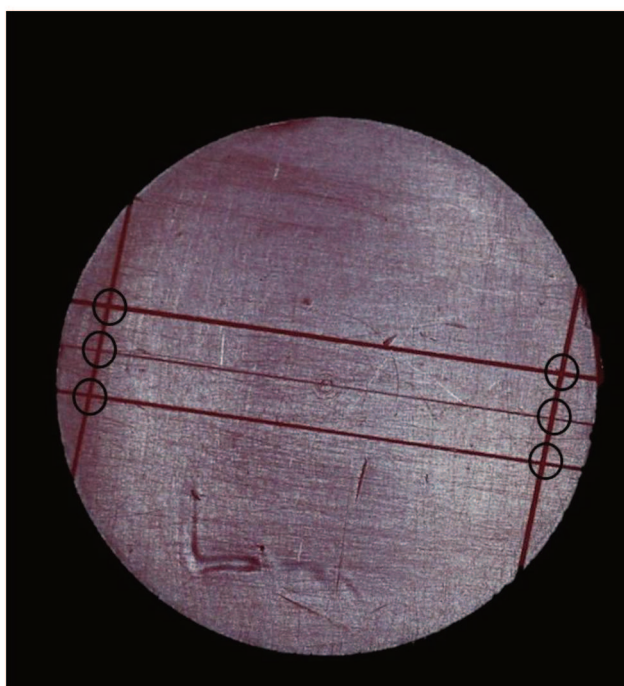


Figura 18 - Molde com os pontos de mensuração íntegros

Após o período de armazenamento, os 36 corpos de prova confeccionados de cada material de moldagem foram divididos em três grupos (n=12): MC, DI e PQ. Um operador previamente calibrado realizou três leituras do comprimento em cada uma das três linhas utilizando-se os três métodos de mensuração (figuras 19, 20 e 21).

No grupo controle MC a lente ocular do microscópio, que contém quatro linhas de referência, era ajustada de forma que a intersecção destas linhas coincidissem com o início das linhas (quina interna) contidas nas amostras. A mesa do microscópio comparador era movimentada até que a intersecção das linhas presente na lente ocular tocasse a quina interna oposta, estabelecendo uma trajetória linear em mm (figura 19).

No grupo PQ as mensurações foram realizadas posicionando-se a ponta fixa do paquímetro no início de cada linha da amostra e o impulsor rotacionado até que a ponta móvel alcançasse a extremidade oposta (figura 20).

No grupo DI, as fotos das amostras ao lado de uma régua milimetrada obtidas, padronizando-se as distâncias da lente da câmera até as amostras por meio de um tripé (figura 6), foram transferidas para o software de medição (Image J). Primeiramente uma calibração da imagem foi realizada a fim de se fazer uma associação do número de pixels na imagem com as medidas conhecidas presentes na régua milimetrada (figura 21). Após a calibragem, o cursor do *mouse* no formato de cruz era ajustado de forma que o centro da cruz coincidissem com o início das linhas (quina interna) contidas nas amostras (figura 22). O *mouse* era arrastado até que a cruz do cursor tocasse a quina interna oposta da amostra, desenhando-se uma reta, da qual era realizada uma medida.

Desta forma, uma média foi obtida por cada corpo-de-prova. Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos ao teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov para verificar a homogeneidade dos valores. Em seguida, os dados foram analisados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA) com 1 fator (comprimento das linhas), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). O erro padrão da média (EPM) foi calculado para os grupos que não apresentaram diferença significativa com o grupo MC, de acordo com a fórmula: $EPM = s/\sqrt{n}$; onde s = desvio padrão da amostra e n = tamanho da amostra. Para esses grupos, os dados também foram submetidos ao teste ANOVA com 1 fator (alteração dimensional linear matriz-molde) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).



Figura 19 - Imagem da medição sendo realizada por meio do microscópio comparador

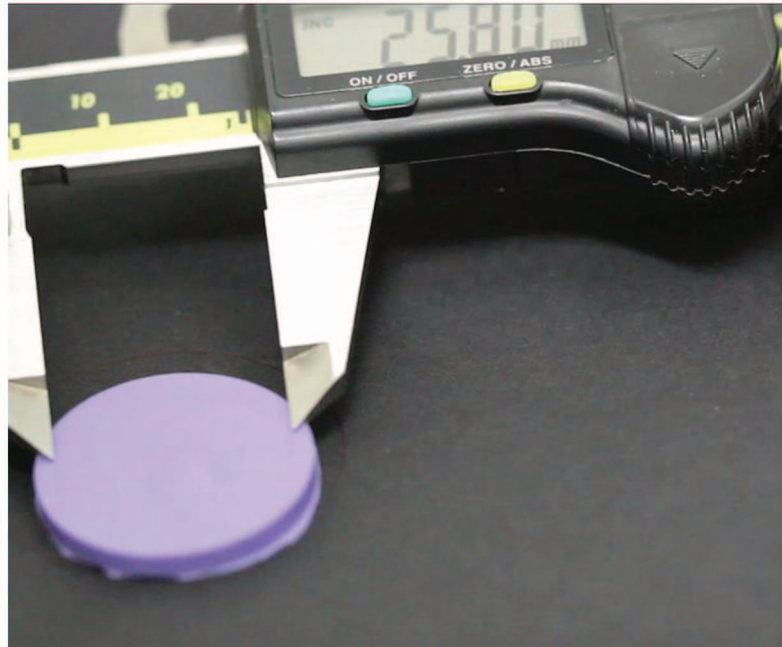


Figura 20 - Imagem da medição sendo realizada por meio do paquímetro digital

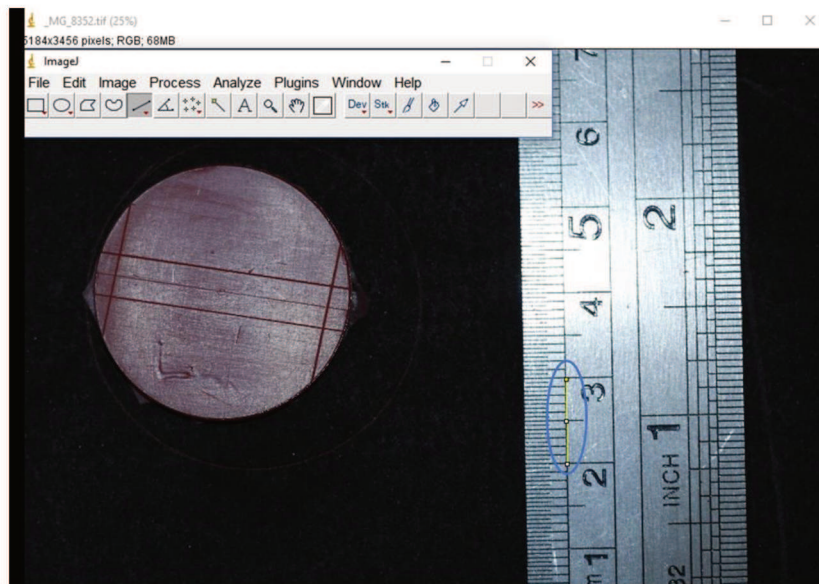


Figura 21 - Calibração da imagem antes das medições das amostras pelo software

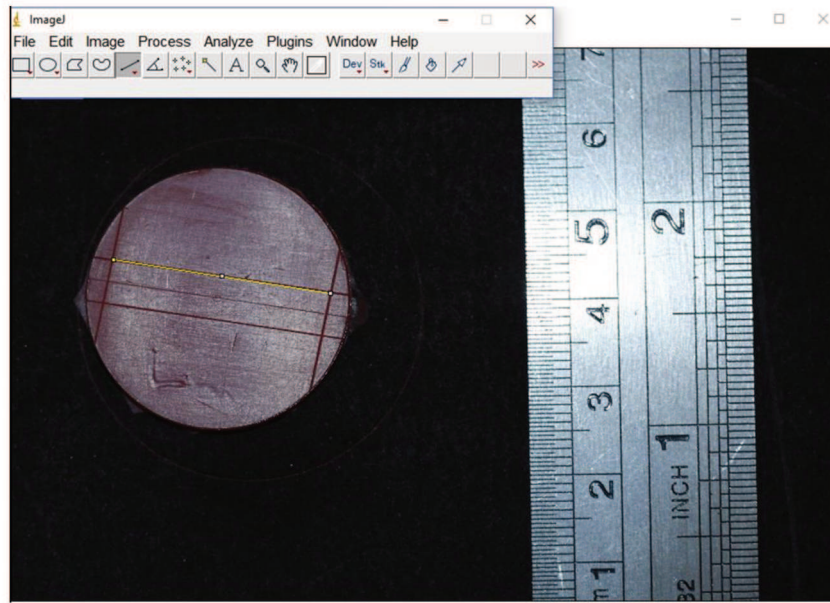


Figura 22 - Imagem da medição sendo realizada por meio de software

5. RESULTADOS

Os resultados mostraram que a mensuração das linhas por digitalização (DI) promoveu valores sem diferenças estatisticamente significantes com o grupo controle (MC) para todos os materiais de moldagem ($p > 0,05$), exceto para o silicone por condensação de consistência massa ($p < 0,01$). Já a medição por paquímetro (PQ) mostrou diferenças estatisticamente significantes na média do comprimento das linhas entre todos os grupos (MC e DI) para todos os materiais de moldagem avaliados ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 3. Médias (DP) do comprimento das linhas (mm) entre os diferentes materiais de moldagem e métodos de avaliação

	MC	PQ	DI
Silicone por condensação – massa	24,74 (0,02) A	25,45 (0,08) C	24,87 (0,10) B
Silicone por condensação – leve	24,74 (0,05) A	25,46 (0,09) B	24,68 (0,14) A
Silicone por adição – massa	24,78 (0,01) A	25,50 (0,10) B	24,85 (0,11) A
Silicone por adição – leve	24,75 (0,08) A	25,41 (0,09) B	24,80 (0,07) A
Poliéter	24,81 (0,04) A	25,54 (0,07) B	24,77 (0,07) A
Alginato	24,66 (0,06) A	25,55 (0,09) B	24,66 (0,10) A

Letras diferentes em linha indicam diferenças estatisticamente significantes entre os métodos de avaliação ($p < 0,05$).

O EPM indicou que o grupo DI apresentou valores precisos (<10%) do comprimento das linhas nos moldes feitos de materiais de moldagem que não tiveram diferenças estatisticamente significantes com o grupo MC (Tabela 4).

Tabela 4. EPM (%) entre os grupos microscópio comparador e digitalização

MC x DI	%
Silicone por condensação – leve	4,6
Silicone por adição – massa	3,5
Silicone por adição – leve	3,6
Poliéter	2,9
Alginato	2,8

A Tabela 5 apresenta os valores de alteração dimensional linear matriz metálica-molde para os grupos microscópio comparador e digitalização. O grupo DI apresentou moldes com valores de alteração dimensional linear sem diferenças estatísticas com o grupo MC para todos materiais de moldagem ($\rho > 0,05$), exceto para o silicone por adição de consistência massa ($\rho < 0,01$).

Tabela 5. Alteração dimensional linear (%) dos materiais de moldagem avaliados em microscópio comparador e digitalização

	MC (%)	DI (%)	ρ
Silicone por condensação – leve	0,18	0,24	0,1245
Silicone por adição – massa	0,02	0,45	<0,01
Silicone por adição – leve	0,17	0,22	0,8082
Poliéter	0,09	0,13	0,2401
Alginato	0,53	0,32	0,2494

6. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que não houve diferença significativa entre as medições feitas usando a digitalização das imagens e microscopia de comparação, com exceção do silicone por condensação e adição de consistência massa, e que todas as mensurações oriundas da utilização do paquímetro foram estatisticamente diferentes daquelas obtidas por meio da microscopia, rejeitando-se a hipótese nula.

O paquímetro, embora seja um instrumento de fácil manuseio e baixo custo, apresenta uma série de desvantagens que contribuíram para o resultado do trabalho. A impossibilidade de a olho nu posicionar as pontas fixa e móvel do paquímetro exatamente nas posições de referência foi um fator limitante da técnica, que talvez possa ser corrigida ou minimizada utilizando lentes oculares de magnificação de imagens. Outras dificuldades também devem ser ressaltadas, tais como manter a ponta fixa parada de maneira estável durante a rolagem do impulsor até que a ponta móvel atinja a referência final para mensuração, além dos danos físicos que esta técnica pode causar nos corpos-de-prova. Tais danos dificultam a realização das medições das linhas. Os resultados do presente estudo demonstram que a utilização do paquímetro pode interferir nos resultados de trabalhos que avaliaram a estabilidade e/ou precisão dimensional de materiais de moldagem (Larson et al., 2002; Rad et al., 2010; Rohanian et al., 2014) ou mediram pequenas distâncias, como nas áreas de Radiologia (Chagas et al., 2016; García-Sanz et al., 2017), Ortodontia (Janson et al., 2017; Zhang et al., 2017; Mack et al., 2017, Implantodontia (Lops et al., 2016; Kim et al., 2018) e Periodontia (Ahmed et al., 2017; Plessas et al., 2018).

O interesse pela fotografia é constante na vida dos profissionais de Odontologia. Hoje ela exerce um papel fundamental na documentação, diagnóstico, planejamento e até mesmo como técnica alternativa a procedimentos clínicos convencionais. A fotografia digital já vem sendo testada e utilizada como uma opção à moldagem convencional, substituindo o uso de moldeiras, materiais de moldagem e gesso para modelos, diminuindo a sensibilidade da técnica e otimizando o tempo clínico e laboratorial (Bratos et al., 2017). A utilização de imagens digitalizadas para medição de distâncias em software apresentam algumas vantagens em relação a microscopia que devem ser ressaltadas, tais como o menor custo operacional, a possibilidade do armazenamento das imagens para realização das medidas a qualquer momento desejável pelo operador e a redução pela metade do tempo médio necessário para a medição das distâncias.

No entanto, há dificuldades na leitura das linhas nos moldes feitos com materiais de moldagem de menor precisão. Esses contratempos provavelmente justificam os resultados encontrados no presente trabalho, onde a medição da alteração dimensional linear de moldes por meio digital foi semelhante à microscopia, exceto para os elastômeros na viscosidade de massa. O subproduto (álcool) gerado durante o processo de polimerização de silicones por condensação (Stackhouse, 1970; Giordano, 2000; Anusavice et al., 2013), além do menor escoamento (fluidez) e precisão dos materiais de moldagem de alta viscosidade (massa) (Reisbick, 1973), são fatores que comprometem a precisão e estabilidade dimensional dos moldes (Reisbick, 1973; Anusavice et al., 2013) e possivelmente podem ter interferido no processo de leitura das linhas nos moldes elastoméricos de consistência massa.

O alginato, apesar de ser considerado um material de moldagem de baixa precisão, não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos DI e MC. Esse resultado pode ser explicado pelo alginato (Hydrogum 5, Zhermack) utilizado no presente estudo, cujo o fabricante afirma que os moldes feitos por esse material podem ser armazenados por até 5 dias sem comprometimento da estabilidade dimensional. Estudos comprovam que, diferentemente dos alginatos convencionais, o Hydrogum 5 é um alginato que possui elevada precisão e estabilidade dimensionais desde que os moldes sejam armazenados corretamente, em temperatura e umidade relativa que evitem distorções oriundas de processos como a sinérese, embebição e evaporação (Sedda et al., 2008; Rohanian et al., 2014), como foi realizado neste trabalho. A alta precisão do Hydrogum 5 pode ser explicada pela presença do silano em sua composição química (Rodrigues et al., 2012), formando uma rede de polisiloxano ao redor das partículas de cargas promovendo a união dessas partículas com a matriz (Ozcan et al., 2010) durante o processo de geleificação, melhorando a resistência mecânica e a estabilidade dimensional dos moldes feitos com esse material.

Além disso, o alginato possui menor viscosidade que os elastômeros de consistência massa e os vieses que comprometem a estabilidade dos moldes de alginato (sinérese, embebição e evaporação) podem ser controlados pelo operador (Sedda et al., 2008; Rodrigues et al., 2012; Guiraldo et al., 2015; Gümüs et al., 2015). Já a liberação do álcool (subproduto) que ocorre durante a polimerização do silicone por condensação é incontrolável (Stackhouse, 1970; Giordano, 2000; Anusavice et al., 2013) e, portanto, isso possivelmente interferiu negativamente nas leituras das linhas nos moldes de silicone por condensação (massa) por meio de fotografias digitais.

Alguns estudos que avaliam a precisão e estabilidade dimensional de materiais de moldagem (Brosky et al., 2002; Chen et al., 2004; Shah et al., 2004, Faria et al., 2007; Caputi et al., 2008; Pant et al., 2008; Garrofe et al., 2011; Dugal et al., 2013; Leão et al., 2014; Sayed et al., 2016), assim como trabalhos em outras áreas da Odontologia (Langlois et al., 2011; Ono et al., 2011; Jemt & Hjalmarsson 2011; Sierraalta et al., 2012; Bergin et al., 2013; Vazquez et al., 2013; Farley et al., 2013; Preus et al., 2015; Yang et al., 2015; Padmaprabha et al., 2015; Gimenez et al., 2015; Di Fiori et al., 2015; Bratos et al., 2017), utilizando a digitalização e medição de distâncias por meio de softwares em suas metodologias apresentam uma diversificação de equipamentos. A qualidade da imagem e a precisão da medição pelo software está diretamente relacionada a resolução da imagem obtida a partir da máquina fotográfica (Medina et al., 2018). Portanto, a utilização de máquinas fotográficas digitais com maiores resoluções pode minimizar limitações encontradas durante a digitalização. Além disso, diferentes resultados podem ser encontrados por conta dos inúmeros equipamentos (máquinas fotográficas e softwares) disponíveis no mercado e, desta forma, a fim de se obter resultados precisos e comparáveis entre si é indispensável a padronização dos mesmos (Naumovski & Kapushevskaja, 2017).

Embora o presente estudo tenha utilizado a fotografia como meio de digitalização das imagens para avaliação da alteração dimensional linear, existem outros métodos precisos para tal procedimento, tais como o escaneamento laboratorial pela técnica CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) e a tomografia computadorizada de feixe cônico, que permitem a digitalização tridimensional das amostras. Entretanto, há dificuldades na leitura de superfícies irregulares pela técnica CAD/CAM (Peng et al., 2018).

Além da metodologia de digitalização não apresentar resultados com diferenças estatisticamente significantes com a microscopia (exceto para o silicone por condensação - massa), o EPM foi aplicado para revelar a precisão desses dados e indicou que a digitalização é uma metodologia confiável por apresentar valores de EPM inferiores a 10% (Tabela 5.2). Reforçando esses dados de precisão, ambos os grupos MC e DI apresentaram moldes com valores de alteração dimensional inferiores a 0,6% (Tabela 5.3), abaixo dos valores máximos de alteração (1,0% e 1,5%) que a ISO 21563:2013 e ISO 4823:2015 recomendam, respectivamente, usando a metodologia empregada por ela e repetida no presente estudo. Valores de alteração dimensional superiores a 1,0% (alginate) e 1,5% (elastômeros) indicariam problemas na metodologia de digitalização, uma vez que foram utilizados no presente estudo materiais de moldagem comerciais que seguem as normativas da ISO e todas variáveis que podem interferir na leitura da alteração dimensional foram controlados.

Entretanto, os dados da Tabela 5.3 mostram, novamente, que a viscosidade do material de moldagem é um fator limitante da técnica da digitalização, pois o valor da alteração dimensional linear, apesar de estar dentro do máximo permitido (ISO 4823:2015), difere estatisticamente do grupo controle (MC). Esse resultado mostra que a metodologia de digitalização pode ser utilizada apenas para comparar a alteração dimensional de diferentes elastômeros de viscosidade massa, mas não para quantificar a precisão e/ou estabilidade dimensional desses materiais de moldagem.

É necessário salientar que, além da trivialidade de padronizar nos trabalhos os equipamentos digitais para análise e comparação dos resultados, há a necessidade de igualar no estudo a distância entre a lente da máquina digital e as

amostras/matriz metálica para que o espaço lente/molde não interfira nos resultados de alteração dimensional linear (Apêndice 1).

7. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do presente estudo, as seguintes conclusões podem ser obtidas:

7.1. O paquímetro digital não é uma metodologia confiável para avaliar a precisão dimensional de moldes.

7.2. A digitalização de moldes de alginato e elastoméricos é um método preciso para avaliação da alteração dimensional, no entanto o escoamento e o subproduto formado após a polimerização dos materiais de moldagem podem interferir na efetividade da digitalização na leitura da precisão dimensional de moldes.

REFERÊNCIAS

01. Pegoraro LF. Prótese Fixa. 1ª ed. São Paulo: Editora Santos; 2004. p.313.
02. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips - Materiais Dentários . 12ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013. p.764.
03. Samet N, Shohat M, Livny A, Weiss EI. A clinical evaluation of fixed partial denture impressions. J Prosthet Dent 2005; 94: 112-117.
04. Kumari N, Nandeeshwar DB. The dimensional accuracy of polyvinyl siloxane impression materials using two different impression techniques: An in vitro study. The J Indian Prosthodont Soc 2015; 15: 211-217.
05. Eames WB, Sieweke JC, Wallace SW, Rogers LB. Elastomeric impression materials: Effect of bulk on accuracy. J Prosthet Dent 1979; 41: 304-307.
06. Chen SY, Liang WM, Chen FN. Factors affecting the accuracy of elastomeric impression materials. J Dent 2004; 32: 603-609.
07. Reisbick MH. Effect of viscosity on the accuracy and stability of elastic impression materials. J Dent Res 1973; 52: 407-417.
08. Kumar V, Aeran H. Evaluation of effect of tray space on the accuracy of condensation silicone, addition silicone and polyether impression materials: an in vitro study. J Indian Prosthodont Soc 2012; 12: 154-160.
09. Singh K, Sahoo S, Prasad KD, Goel M, Singh A. Effect of different impression techniques on the dimensional accuracy of impressions using various elastomeric impression materials: an in vitro study. J Contemp Dent Pract 2012; 13: 98-106.
10. Vitti RP, da Silva MAB, Sinhoreti MAC, Consani RLX. Dimensional accuracy of stone casts Made by silicone-based impression materials and three impression techniques. Braz Dent J 2013; 24: 498-502.

11. Varvara G, Murmura G, Sinjari B, Cardelli P, Caputi S. Evaluation of defects in surface detail for monophase, 2-phase, and 3-phase impression techniques: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2015; 113: 108-113.
12. Naumovski B, Kapushevska B. Dimensional Stability and Accuracy of Silicone - Based Impression Materials Using Different Impression Techniques - A Literature Review. *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)* 2017; 38:131-8.
13. Nissan J, Laufer BZ, Brosh T, Assif D. Accuracy of three polyvinyl siloxane putty-wash impression techniques. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 161-165.
14. Breeding LC, Dixon DL. Accuracy of casts generated from dual-arch impressions. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 403-407.
15. Kulkarni MM, Thombare RU. Dimensional changes of alginate dental impression materials - An in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2015; 9: 98-102.
16. International Organization for Standardization. Dental alginate impression material. N° 21563:2013.
17. International Organization for Standardization. Dentistry — Elastomeric impression materials. N° 4823:2015.
18. Camardella LT, Souza JMD, Vilella BDS, Vilella ODV. Avaliação da acurácia e confiabilidade de modelos digitais por escaneamento do modelo de gesso. *Ortodontia SPO* 2014; 47: 553-559.
19. Langlois CO, Sampaio MCC, Silva AER, da Costa NP, Rockenbach MIB. Accuracy of linear measurements before and after digitizing periapical and panoramic radiography images. *Braz Dent J* 2011; 22: 404-409.
20. Ono E, Filho EM, Leite HF, Tanaka JLO, de Moraes MEL, Castilho JCM. Evaluation of simulated external root resorptions with digital radiography and digital subtraction radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: 324-333.

21. Vazquez L, Nizamaldin Y, Combescure C, Nedir R, Bischof M, Dohan Ehrenfest DM, Belser UC. Accuracy of vertical height measurements on direct digital panoramic radiographs using posterior mandibular implants and metal balls as reference objects. *Dentomaxillofac Radiol* 2013; 42: 20110429.
22. Yang L, Li F, Cao M, Chen H, Wang X, Chen X, Ding Y. Quantitative evaluation of maxillary interradicular bone with cone-beam computed tomography for bicortical placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147: 725-37.
23. Padmaprabha BP, Ponnambathayil SA, Aynipully H, Vinod M, Reghunathan DP. A Precise Method of Measuring Simultaneous Intrusion and Uprighting of Mandibular Molar Using Denta Scan – A Case Report. *J Clin Diagn Res* 2015; 9: ZD01.
24. Jemt, T, Hjalmarsson L. In Vitro Measurements of Precision of Fit of Implant-Supported Frameworks. A Comparison between “Virtual” and “Physical” Assessments of Fit Using Two Different Techniques of Measurements. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012; 14.
25. Sierraalta M, Vivas JL, Razzoog ME, Wang RF. Precision of fit of titanium and cast implant frameworks using a new matching formula. *Int J Dent* 2012; 2012.
26. Bergin JM, Rubenstein JE, Mancl L, Brudvik JS, Raigrodski AJ. An in vitro comparison of photogrammetric and conventional complete-arch implant impression techniques. *J Prosthet Dent* 2013; 110: 243-51.
27. Giménez B, Pradíes G, Martínez-Rus F, Özcan M. Accuracy of two digital implant impression systems based on confocal microscopy with variations in customized software and clinical parameters. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015; 30.

28. Di Fiore A, Meneghello R, Savio G, Sivoletta S, Katsoulis J, Stellini E. In Vitro Implant Impression Accuracy Using a New Photopolymerizing SDR Splinting Material. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17.
29. Bratos, M, Bergin JM, Rubenstein JE, Sorensen JA. Effect of simulated intraoral variables on the accuracy of a photogrammetric imaging technique for complete-arch implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2017; 1-10.
30. Preus HR, Torgersen GR, Koldslund OC, Hansen BF, Aass AM, Larheim TA, Sandvik L. A new digital tool for radiographic bone level measurements in longitudinal studies. *BMC Oral Health* 2015; 15: 107-113.
31. Brosky ME, Pesun IJ, Lowder PD, DeLong R, Hodges JS. Laser digitization of casts to determine the effect of tray selection and cast formation technique on accuracy. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 204-209.
32. Shah S, Sundaram G, Bartlett D, Sherriff M. The use of a 3D laser scanner using superimpositional software to assess the accuracy of impression techniques. *J Dent* 2004; 32: 653-658.
33. Faria AC, Rodrigues RC, Macedo AP, Mattos Mda G, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Braz Oral Res* 2008; 22: 293-298.
34. Caputi S, Varvara G. Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophase, one-step and two-step, and a novel two-step putty/lightbody impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2008; 99: 274-81.
35. Pant R, Juszczuk AS, Clark RKF, Radford DR. Long-term dimensional stability and reproduction of surface detail of four polyvinyl siloxane duplicating materials. *J Dent* 2008; 36: 456–461.

36. Garrofé AB, Ferrari BA, Picca M, Kaplan AE. Linear dimensional stability of elastomeric impression materials over time. *Acta Odontol Latinoam* 2011; 24: 289-294.
37. Dugal R, Railkar B, Musani S. Comparative evaluation of dimensional accuracy of different polyvinyl siloxane putty-wash impression techniques-in vitro study. *J Int Oral Health* 2013; 5: 85-94.
38. Leão MP, Pinto CP, Sponchiado AP, Ornaghi BP. Dimensional stability of a novel polyvinyl siloxane impression technique. *Braz J Oral Sci* 2014; 13: 118-123.
39. Sayed ME, Sayed ME, Al-Makramani BM, Al-Sanabani FA, Mohamed MS. Effect of Intermixing Brands on the Dimensional Accuracy of Master Cast using Putty-wash Impression Technique. *J Contemp Dent Pract* 2016; 17: 734-739.
40. Chagas CAA, Gutfiten-Schlesinger G, Leite TFO, Pires LAS, Silva JG. Anatomical and radiological aspects of the supratrochlear foramen in brazilians. *J Clin Diagn Res* 2016; 10: 10-13.
41. Lops D, Stellini E, Sbricoli L, Cea N, Romeo E, Bressan E. Influence of abutment material on peri-implant soft tissues in anterior areas with thin gingival biotype: a multicentric prospective study. *Clin Oral Impl Res* 2016; X: 1–6.
42. Adelipour M, Allameh A, Tavangar SM, Hassan ZM, Soleimani M. Inhibition of breast tumor growth and abnormal angiogenesis in mice treated with endothelial cells and their progenitor mesenchymal stem cells derived from bone marrow. *Neoplasma* 2016; 63: 911-924.
43. Fonseca, RB, Branco CA, Haiter-Neto F, Gonçalves LDS, Soares CJ, Carlo HL, Correr-Sobrinho L. Radiodensity evaluation of dental impression materials in comparison to tooth structures. *J Appl Oral Sci* 2010; 18: 467-476.

44. Rodrigues SB, Augusto CR, Leitune VC, Samuel SM, Collares FM. Influence of delayed pouring on irreversible hydrocolloid properties. *Braz Oral Res* 2012; 26: 404-409.
45. Larson TD, Nielsen MA, Brackett WW. The accuracy of dual-arch impressions: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2002; 87: 625-627.
46. Rad FH, Ghaffari T, Safavi SH. In vitro evaluation of dimensional stability of alginate impressions after disinfection by spray and immersion methods. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2010; 4: 130.
47. Rohanian A, Shabestari GO, Zeighami S, Samadi MJ, Shamschiri AR. Effect of storage time of extended-pour and conventional alginate impressions on dimensional accuracy of casts. *J Dent (Tehran)* 2014; 11: 655.
48. García-Sanz V, Bellot-Arcís C, Hernández V, Serrano-Sánchez P, Guarinos J, Paredes-Gallardo V. Accuracy and Reliability of Cone-Beam Computed Tomography for Linear and Volumetric Mandibular Condyle Measurements. A Human Cadaver Study *Sci* 2017; 7:11993.
49. Janson G, Valarelli DP, Rizzo M, Valarelli FP. Prevalence of extraction space reopening in different orthodontic treatment protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017; 152: 320-326.
50. Zhang D, Wang LC, Zhou YH, Liu XM, Li J. Precision of three-dimensional printed brackets. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2017; 49: 704-708.
51. Mack S, Bonilla T, English JD, Cozad B, Akyalcin S. Accuracy of 3-dimensional curvilinear measurements on digital models with intraoral scanners. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 152: 420-425.
52. Kim S, Kang SR, Park HJ, Kim B, Kim TI, Yi WJ. Quantitative measurement of peri-implant bone defects using optical coherence tomography. *J Periodontal*

Implant Sci 2018; 48: 84-91.

53. Ahmed AJ, Nichani AS, Venugopal R. An Evaluation of the Effect of Periodontal Biotype on Inter-Dental Papilla Proportions, Distances Between Facial and Palatal Papillae in the Maxillary Anterior Dentition. J Prosthodont 2017.

54. Plessas A, Robertson DP, Hodge PJ. Radiographic bone loss in a Scottish non-smoking Type 1 Diabetes mellitus population; a Bitewing Radiographic Study. J Periodontol 2018.

55. Stackhouse Jr. JA. The accuracy of stones die made from rubber impression materials. J Prosthet Dent 1970; 24: 377-386.

56. Giordano R2nd. Impression materials: basic properties. Gen Dent 2000; 48: 510-512, 514, 516.

57. Ozcan M, Schoonbeek G, Gökçe B, Cömlekoglu E, DüNDAR M. Bond strength comparison of amalgam repair protocols using resin composite in situations with and without dentin exposure. Oper Dent 2010; 35: 655–62. .

58. Sedda M, Casarotto A, Raustia A, Borracchini A. Effect of storage time on the accuracy of casts made from different irreversible hydrocolloids. J Contemp Dent Pract 2008; 9: 59-66.

59. Guiraldo RD, Moreti AF, Martinelli J, Berger SB, Meneghel LL, Caixeta RV. Influence of alginate impression materials and storage time on surface detail reproduction and dimensional accuracy of stone models. Acta Odontol Latinoam 2015; 28: 156-161.

60. Gümüs HO, Dinçel M, Büyük SK, Kiliñç HI, Bilgin MS, Zortuk M. The effect of pouring time on the dimensional stability of casts made from conventional and extended-pour irreversible hydrocolloids by 3D modelling. J Dent Sci 2015; 10: 275-281.

61. Farley NE, Kennedy K, McGlumphy EA, Clelland NL. Split-mouth comparison of the accuracy of computer-generated and conventional surgical guides. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28.
62. Medina P, Pascual-Moscardó A, Camps I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral scanners in complete-arch impressions. *J Clin Exp Dent*. 2018; 10: e361-e366.
63. Peng L, Chen L, Harris BT, Bhandari B, Morton D, Lin WS. Accuracy and reproducibility of virtual edentulous casts created by laboratory impression scan protocols. *J Prosthet Dent* 2018.

APÊNDICE

A distância da lente da câmera à matriz metálica/molde e a régua milimetrada foi mensurada em todos os grupos. Nos testes pilotos essas distâncias estão na Tabela 6 e ilustradas nas figuras 23 a 26.

Tabela 6. Distâncias e diferenças (cm) entre a lente da câmera e os pontos de referência (matriz, molde e régua) nos diferentes testes pilotos

	Referência	Distância	Diferença
Piloto 1	Lente – matriz	68,4	2,9
	Lente – régua	71,3	
	Lente – molde	71,1	0,2
	Lente – régua	71,3	
Piloto 2	Lente – matriz	68,4	0,2
	Lente – régua	68,6	
	Lente – molde	71,1	0,2
	Lente – régua	71,3	

Utilizando a matriz metálica, a maior diferença (2,9cm) entre a distância da lente da câmera e a régua milimetrada (espessura de 0,1cm) é justificada pela altura da matriz da ISO (3,0cm). Já a moldeira utilizada para o procedimento de moldagem possui uma altura de 0,3cm e, dessa forma, o molde e a régua ficavam praticamente no mesmo nível (Piloto 1). Já no teste Piloto 2 a régua milimetrada foi elevada durante a fotografia da matriz metálica, fazendo com que as diferenças entre as distâncias da lente para a matriz/molde e a régua fossem padronizadas (0,2cm).

Esses testes pilotos demonstraram a importância da altura da régua milimetrada usada como referência para os valores de medições no software, uma

vez que quando ela estava 2,9cm aquém da matriz, a média dos comprimentos das linhas avaliadas na matriz metálica era de 25,81mm (Piloto 1). Já quando a régua estava nivelada com a matriz (0,2cm) essa mesma média na matriz foi de 24,74mm (Piloto 2). Em ambos os testes pilotos a diferença na altura molde-régua não foi alterada e, portanto, a média dos comprimentos das linhas avaliadas nos moldes permaneceu a mesma.

Alterando o comprimento das linhas na matriz metálica, a altura da régua em relação a matriz, conseqüentemente, interferiu também nos resultados de alteração dimensional linear dos moldes (Tabela 7).

Tabela 7. Alteração dimensional linear (%) dos materiais de moldagem avaliados sob digitalização nos testes pilotos

	Piloto 1	Piloto 2
Silicone por condensação – leve	4,59	0,24
Silicone por adição – massa	3,86	0,45
Silicone por adição – leve	4,10	0,22
Poliéter	4,20	0,13
Alginato	4,67	0,32

No teste Piloto 1 o comprimento das linhas na matriz metálica era maior (média de 25,81mm) e isso aumentou os valores de alteração dimensional linear dos moldes feitos com os materiais de moldagem. Esses resultados (Tabela 7) foram maiores que os valores máximos de alteração dimensional preconizados pela ISO 21563:2013 (1,0%) e ISO 4823:2015 (1,5%), reforçando a necessidade de controlar a altura da régua milimetrada fotografada junto com a matriz metálica e o molde. Comparativamente entre os testes pilotos, no teste Piloto 1 o aumento de 1.450% (2,7cm) na diferença das distâncias entre a lente da câmera e a matriz metálica

(Tabela 6) promoveu um aumento médio de $\sim 3,99\%$ ($\sim 4,01\%$) (Tabela 7) na alteração dimensional dos moldes.

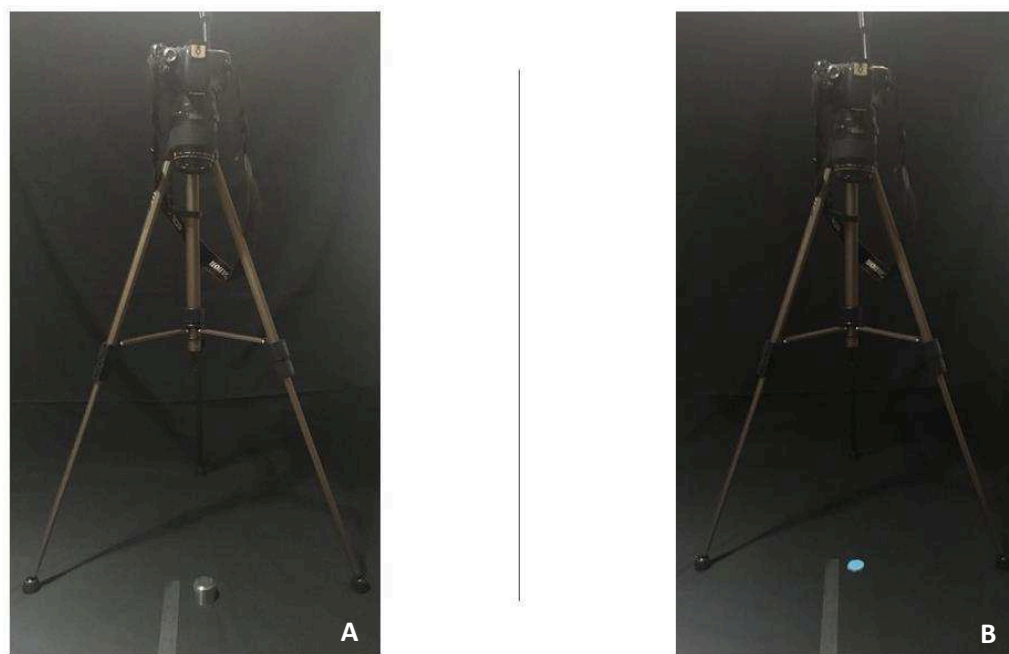


Figura 23 - Posicionamento do tripé/câmera em relação à matriz (A) amostra (B) e régua (Piloto 1)

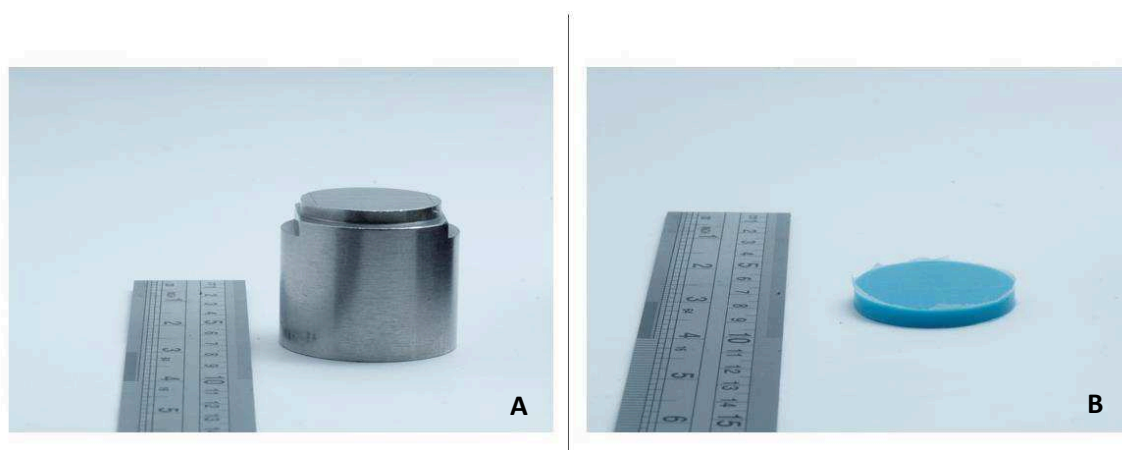


Figura 24 - Relação matriz/régua (A) e amostra/régua (B) em visão aproximada (Piloto 1)

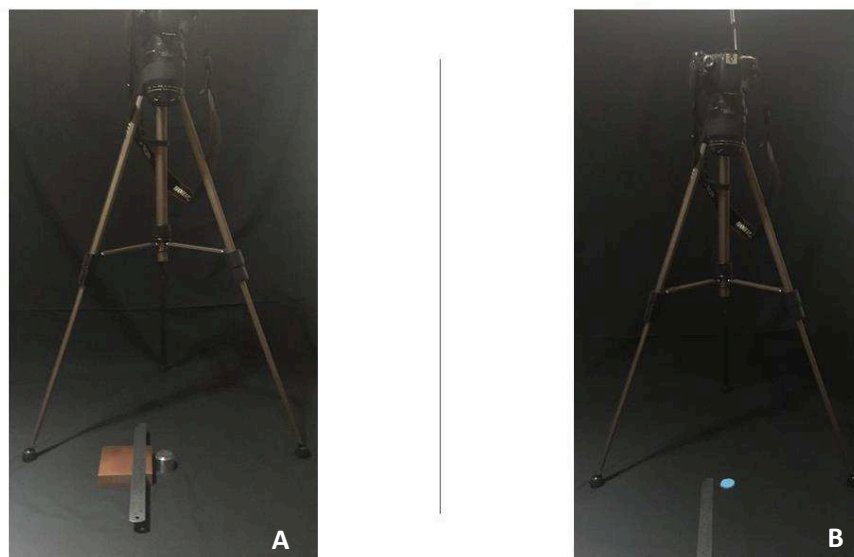


Figura 25 - Posicionamento do tripé/câmera em relação à matriz (A) amostra (B) e régua (Piloto 2)

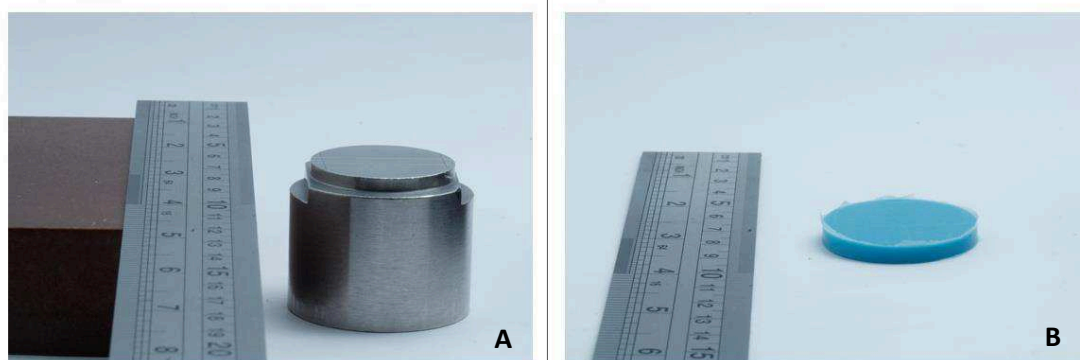


Figura 26 - Relação matriz/régua (A) e amostra/régua (B) em visão aproximada (Piloto 2)

**Ficha catalográfica elaborada pelo
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

O482m Oliveira, Adriano Relvas Barreira de
Métodos de mensuração da alteração dimensional linear de moldes obtidos
com diferentes materiais de moldagem / Adriano Relvas Barreira de Oliveira. --
2018.
81 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Taubaté, Departamento de
Odontologia, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Rafael Pino Vitti, Departamento de Odontologia.

1. Precisão da medição dimensional. 2. Materiais para moldagem
odontológica. 3. Microscopia. I. Universidade de Taubaté. II. Título.

CDD 617.692

Elaborada por Angela de Andrade Viana - CRB8/8111

Comissão Julgadora

Data: 27 de julho de 2018

Resultado: APROVADO

Prof. Dr. Rafael Pino Vitti

Assinatura: Rafael Pino Vitti

Profa. Dra. Ana Christina Claro Neves

Assinatura: ACNs

Profa. Dra. Maria do Carmo Aguiar Jordão Mainardi

Assinatura: MJM