

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Comparação *in vitro* da precisão da moldagem: *scanner* intraoral *versus* técnica convencional

In vitro comparison of molding accuracy: intraoral scanner *versus* conventional technique

Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira¹

Ana Karolayne da Silva Rodrigues²

Hevellyn Hellen Bezerra de Alencar¹

Luiza Lucí Tavares de Souza¹

Diana Araújo Cunha¹

Lidiany Karla Azevedo Rodrigues²

Juliano Sartori Mendonça²

Francisco Wilker Mustafa Gomes Muniz³

Autor para correspondência:

Francisco Wilker Mustafa Gomes Muniz

Universidade Federal de Pelotas

Departamento de Periodontia

Rua Gonçalves Chaves, 457 – Centro

CEP 96015-560 – Pelotas – RS – Brasil

E-mail: wilkermustafa@gmail.com

¹ Departamento de Odontologia, Unichristus – Fortaleza – CE – Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Odontologia, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará – Fortaleza – CE – Brasil.

³ Departamento de Periodontia, Universidade Federal de Pelotas – Pelotas – RS – Brasil.

Data de recebimento: 10 jun. 2024. Data de aceite: 27 set. 2024.

Palavras-chave:

materiais para
moldagem
odontológica;
elastômeros de
silicone; CAD-CAM.

Resumo

Introdução: Com o avanço da Odontologia digital, os modelos da moldagem convencional, que rotineiramente eram de gesso, começam gradualmente a serem substituídos por modelos digitais. No entanto a literatura ainda necessita de evidências sobre as melhores formas de moldagem para o fluxo analógico e digital. **Objetivo:** Determinar a precisão dimensional de modelos obtidos por meio de diferentes materiais elastoméricos e técnicas de moldagem. **Material e métodos:** Para isso, uma matriz mestra em alumínio de alta densidade foi moldada com os três diferentes materiais de moldagem, usando moldeiras individuais confeccionadas em resina acrílica, o que resultou em 56 modelos. Os grupos experimentais

(n=8) foram divididos de acordo com a técnica (moldagem digital e moldagem convencional) e material de moldagem (silicona de adição, silicona de condensação e poliéter). Todos os modelos foram obtidos em gesso tipo IV. Para a moldagem digital, utilizou-se um *scanner* intraoral (3Shape TRIOS® 3), e o modelo digital foi impresso em 3D. A mensuração da alteração dimensional ocorreu após 24 horas do vazamento. Cinco medidas foram mensuradas para cada corpo de prova e repetidas três vezes: distâncias entre as pirâmides (B-A'), base da pirâmide A (A-B), base da pirâmide B (A'-B'), topo da pirâmide A (C-D) e topo da pirâmide B (C'-D'). Os dados obtidos foram analisados por Anova *two-way*, após normalidade de variância, adotando um intervalo de confiança de 95%. **Resultados:** Os resultados obtidos mostraram variação estatística no grupo de escaneamento digital na variável A-B (p=0,001), no grupo de silicona de condensação leve/sob pressão (p=0,04) na variável C'-D', nos grupos de silicona de adição denso+leve/reembasamento (p=0,027), grupo poliéter (p=0,09) e grupo de escaneamento (p=0,01) na variável B-A'. **Conclusão:** A escolha entre técnicas convencionais e digitais deve ser cuidadosamente considerada com base nos requisitos específicos de cada situação para garantir a precisão ideal da moldagem.

Abstract

Keywords:

dental impression materials; silicone elastomers; CAD-CAM.

Introduction: With the advancement of digital dentistry, conventional impression models, which were routinely made of plaster, are gradually being replaced by digital models. However, the literature still lacks evidence on the best impression forms for the analog and digital flow. **Objective:** To determine the dimensional accuracy of models obtained using different elastomeric materials and molding techniques. **Material and methods:** To do this, a high-density aluminum master matrix was molded with the three different molding materials, using individual trays made of acrylic resin, resulting in 56 models. The experimental groups (n=8) were divided according to technique (digital molding and conventional molding) and molding material (addition silicon, condensation silicon and polyether), all models were obtained in type IV plaster. For the digital impression, an intraoral scanner (3Shape TRIOS® 3) was used and the digital model was 3D printed. The dimensional change was measured 24 hours after casting. Five measurements were taken for each specimen and repeated three times: distances between the pyramids (B-A'), base of pyramid A (A-B), base of pyramid B (A'-B'), top of pyramid A (C-D) and top of pyramid B (C'-D'). The data obtained was analyzed by two-way Anova, after normality of variance, adopting a 95% confidence level. **Results:** The results obtained showed statistical variation in the digital scanning group in the A-B variable (p=0.001), in the light condensation silicon/under pressure group (p=0.04) in the C'-D' variable, and in the dense+light addition silicon/resurfacing groups (p=0.027), the polyether group (p=0.09) and the scanning group (p=0.01) in the B-A' variable. **Conclusion:** The choice between conventional and digital techniques should be carefully considered based on the specific requirements of each situation to ensure optimum molding accuracy.

Introdução

Na Odontologia restauradora, existem diferentes métodos de confecção de próteses dentárias com o objetivo de restabelecer a estrutura dental perdida e equilibrar a oclusão [12]. Nesse processo, a moldagem é uma etapa primordial, pois transfere o clínico para a bancada laboratorial; quanto mais precisa, maior o detalhamento no molde e mais fiel o modelo [9]. Contudo fatores como manipulação dos materiais de moldagem, tipo de material utilizado, técnica aplicada e tempo da obtenção do modelo de gesso influenciam nessa precisão.

Dentre os materiais de moldagem elásticos, o mais utilizado é o alginato, um hidrocoloide irreversível de fácil manipulação e baixo custo, comercializado em pó e que deve ser manipulado com água para produzir uma massa plástica e homogênea. No entanto, por não ter boa estabilidade dimensional e baixo detalhamento, esse material é mais indicado para a realização de moldagens de estudo [16]. Outro exemplo de material de moldagem elástico comumente empregado na clínica odontológica são os elastômeros. Tais materiais são divididos em poliéteres, polissulfetos e silicões [16]. Os poliéteres e os polissulfetos têm como vantagens uma excelência em produção de detalhes e boa resistência ao rasgamento [13]. A silicona de condensação apresenta boa capacidade de reprodução de detalhes, resistência ao rasgamento e adequado tempo de trabalho; entretanto sua maior desvantagem é a formação de álcool etílico como subproduto na reação de polimerização, e essa liberação acarreta contração volumétrica, resultando em baixa estabilidade dimensional [6]. A silicona de adição, por sua vez, é um material com menor alteração dimensional, alta precisão, resistência ao rasgamento e possibilita vazamentos múltiplos. Porém apresenta algumas desvantagens, como a potencial inibição de sua polimerização por compostos sulfurosos, alta rigidez e custos elevados. Além disso, em virtude da presença de platina, ocorre a liberação de gás hidrogênio nas primeiras horas após a polimerização, resultando no surgimento de bolhas no modelo de gesso [16].

Quanto às técnicas de moldagem convencional, elas são divididas em duas, dependendo do material utilizado. Na técnica de dupla mistura, o material denso e a pasta leve são manipulados simultaneamente e direcionados às estruturas dentárias do paciente. Como vantagem o método apresenta economia de material e tempo clínico, porém requer a assistência de um auxiliar e pode resultar na falta de material fluido em partes essenciais do molde. A outra técnica é chamada de dupla impressão ou reembasamento, na qual duas moldagens são realizadas, uma com a massa densa e outra com o material leve, a fim de capturar

detalhes precisos. O método requer espaço para que no material leve haja espessura suficiente para reproduzir com precisão os detalhes anatômicos do preparo protético [12].

Com o avanço da tecnologia, a digitalização tornou-se um grande objetivo a ser alcançado pela prótese dentária, tanto para o diagnóstico quanto para o tratamento reabilitador [5]. *Scanners* digitais intraorais permitem a impressão da superfície dos dentes, corpos de varredura de implantes e tecidos moles em três dimensões, permitindo a avaliação instantânea. Além disso, esses aparelhos são úteis para o encerramento diagnóstico do caso clínico, para a confecção de provisórios em CAD-CAM (*computed automated design / computer automated manufacturing*) e para a confecção das reabilitações definitivas em resina ou cerâmica, viabilizando uma nova realidade dos sistemas digitais [11].

Diante do exposto, o presente estudo *in vitro* tem como objetivo avaliar a precisão dimensional de modelos em função de diferentes materiais de moldagem (silicona polimerizada por condensação, silicona polimerizada por adição e poliéter), bem como das técnicas de moldagem utilizadas (*scanner* intraoral e técnica de moldagem convencional). Dessa forma, a hipótese nula testada é de que não haveria alterações dimensionais nos modelos obtidos com o uso dos diferentes materiais e/ou técnicas de moldagem.

Material e métodos

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo quantitativo do tipo experimental *in vitro*. A partir de um modelo mestre, materiais de moldagens, técnicas de moldagens e escaneamentos digitais geraram modelos a serem avaliados no estudo nos Laboratórios de Prótese Dentária do Curso de Odontologia do Centro Universitário Christus (Fortaleza, Ceará, Brasil); Materiais Dentários do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, (Fortaleza, Ceará, Brasil) e Radiologia Perboyre Castelo (Fortaleza, Ceará, Brasil).

Cálculo amostral

No estudo de Sinhoreti *et al.* [14], após moldagem de dentes inferiores com Otoposil (Xantopren®) em moldeira individual, observou-se que a taxa de contração da medida canino-canino era de $-0.203 \pm 0.030\%$. Adotando uma diferença de 20% dessa medida, estimou-se necessária uma amostra de seis moldagens por grupo a fim de obter uma amostra que represente um poder de 90% e um intervalo de confiança de 95% (teste t de Student). Ao se considerar a possibilidade de perda

de amostra, acresceu-se 15% de taxa de atrição, totalizando sete amostras por grupo.

Delineamento experimental

Com o uso de materiais e técnicas de moldagem realizaram-se 49 moldagens, para a obtenção de 49 modelos, e sete escaneamentos digitais, para a obtenção de sete modelos, totalizando 56 modelos experimentais. A amostragem utilizada, portanto, foi de sete unidades distribuídas em oito grupos experimentais, feita em triplicata.

Os grupos estudados estão descritos na tabela I, e todos os materiais usados nas moldagens convencionais e digitais foram fornecidos pelos pesquisadores participantes do estudo. A presente pesquisa laboratorial foi conduzida de acordo com um delineamento em blocos em que os fatores em estudo foram agrupados em dois níveis: tipo de material (silicona de adição, silicona de condensação e poliéter) e técnica de moldagem (sob pressão, dupla impressão e reembasamento), e escaneamento digital, resultando em oito grupos experimentais independentes.

Tabela I - Descrição dos grupos experimentais, materiais, técnicas de moldagem e escaneamento utilizados para análise dimensional de modelos do presente estudo

Grupos	Material de moldagem	Técnica de moldagem
GSA-P1	Silicona de adição leve	Sob pressão
GSA-P2	Silicona de adição densa+leve	Dupla impressão
GSA-P3	Silicona de adição densa+leve	Reembasamento
GSC-P1	Silicona de condensação leve	Sob pressão
GSC-P2	Silicona de condensação densa+leve	Dupla impressão
GSC-P3	Silicona de condensação densa+leve	Reembasamento
GP	Poliéter	Sob pressão
GSD	Escaneamento	Moldagem digital

Para tanto, uma matriz mestra, empregada como modelo padrão, foi confeccionada em alumínio de alta densidade, com dimensões previamente padronizadas (figura 1). As dimensões do modelo foram: distância entre as pirâmides de 10 mm (B-A'), base da pirâmide A e B de 10 mm (A-B e A'-B') e o topo da pirâmide A e B de 5,5 mm (C-D e C'-D'). Para a obtenção dos moldes utilizaram-se três diferentes materiais de moldagem: silicona de adição (Panasil®), silicona de condensação (Optosil®/Xantopren®) e poliéter (Impregum Soft®). Quanto às técnicas desenvolvidas, na moldagem convencional, realizaram-se a de sob pressão (GSA-P1; GSC-P1 e GP), dupla impressão (GSA-P2; GSC-P2) e reembasamento (GSA-P3 e GSC-P3). Por fim, o escaneamento (3Shape Trios® 3) foi feito no grupo GSD, em que o modelo padrão foi escaneado e impresso em 3D com resina de polietileno. Diante disso, os modelos obtidos foram comparados entre si e à matriz mestra para a avaliação dos parâmetros dimensionais. As especificações das marcas comerciais, fabricantes e lotes dos materiais de moldagem utilizados estão dispostas na tabela II.

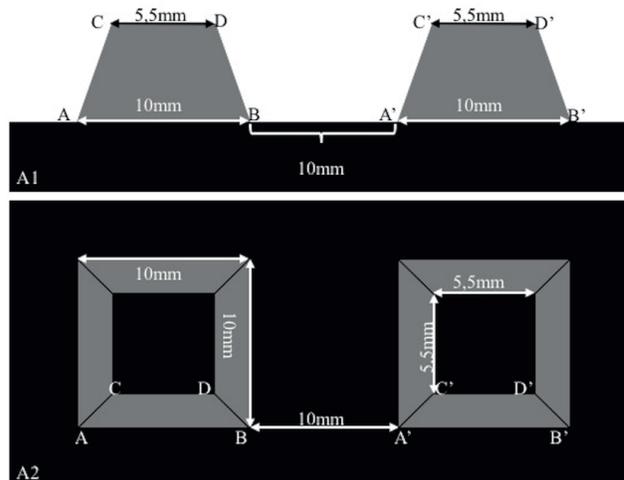


Figura 1 - Desenho esquemático da matriz mestra com os valores das distâncias avaliadas. A1) Vista frontal da matriz mestra, destaque para as medidas de base e medidas de topo utilizadas; A2) Vista superior da matriz mestra com as distâncias dos lados assinalados

Tabela II - Materiais de moldagem, marcas comerciais, fabricantes e lotes utilizados na avaliação dimensional

Material de moldagem	Marca comercial	Fabricante	Lote	Componentes
Silicona de adição	Panasil Putty® Panasil Initial Contact®	Ultradent	196381 180221023	Base: polimetil hidrogênio siloxano e grupamentos vinílicos terminais Catalisador: divinilolidimetil siloxano, sais de platina e retardadores
Silicona de condensação	Optosil Comfort Putty® Xantopren VL Plus®	Kulzer GmbH	KA10369	Base: polidimetil siloxano e silicato alquílico Catalisador: silicato de etila e octoato de Sn
Poliéster	Impregum Soft®	3M Deutschland GmbH	1933000203	Base: pré-polímero de poliéster, carga (SiO ₂) e plastificante (glicoéter ou F talato) Catalisador: éster sulfonado aromático, carga e plastificante

Obtenção dos modelos experimentais

Moldagens convencionais

Para atingir maior precisão no processo de moldagem, foram produzidas moldeiras individuais, confeccionadas com resina acrílica ativada quimicamente por meio da mistura de polímero e monômero até atingir a fase plástica, com espessura média de 2 a 3 mm. Após a preparação dessa mistura, duas placas de vidro foram usadas para comprimir a resina acrílica, com a espessura determinada por *stops* de cera posicionados nas bordas das placas. Posteriormente, a resina acrílica foi posicionada de forma a revestir a matriz mestra, previamente aliviada com cera e vaselina, a fim de modelar uma moldeira individual sobre ela. Para facilitar o manuseio e posicionamento da moldeira, um cabo também foi confeccionado.

Os excessos de resina foram removidos após a presa total da resina acrílica. Utilizaram-se o *kit* de acabamento e polimento de resina acrílica, montados em peça reta com micromotor. Uma abertura foi confeccionada com a broca na lateral de cada moldeira, para posterior referência do preparo A e B dos modelos. O lado com a fenda foi determinado como o lado B, e esse orifício criado objetivou possibilitar o escoamento do material na moldeira, no momento da moldagem, com o intuito de auxiliar na retenção desse material na moldeira individual.

A manipulação dos materiais usados nos grupos GSA-P1, GSA-P2, GSA-P3, GSC-P1, GSC-P2, GSC-P3, GP, GSD seguiu as especificações dos fabricantes. Para a silicona de adição (Panasil®), realizou-se a manipulação da pasta pesada com a pasta catalizadora sem luvas de procedimento, no período de 30 segundos, até atingir uma coloração homogênea, tendo o porcionamento em 3 gramas de cada; e a porção leve (viscosidade regular) foi dispensada com uma pistola com uma ponteira automisturadora. Em temperatura ambiente, o tempo de presa foi de 4 minutos para cada porção. O tempo mínimo para o vazamento foi de 60 minutos após a moldagem.

Já para a silicona de condensação (Optosil®/Xantopren Comfort Putty®), fez-se a manipulação da massa densa (6 gramas) com o catalisador, por 20 segundos, até ficar homogênea a mistura; a pasta leve, cujo porcionamento foi de comprimentos iguais da pasta base e do catalisador, foi manipulada com uma espátula 24, sobre uma placa de vidro, por 20 segundos. Em temperatura ambiente, o tempo de presa foi de 6 minutos para cada porção. O tempo mínimo para o vazamento foi de 30 minutos após a moldagem.

O poliéster (3M ESPE Impregum Soft®) foi dispensado na placa de vidro, utilizando dois comprimentos iguais, um da pasta base de média viscosidade e um de catalisador. A mistura foi

realizada por 45 segundos com uma espátula 24, até atingir uma cor uniforme e que não houvesse estrias. Em temperatura ambiente, o tempo de presa foi de 6 minutos. O tempo mínimo para o vazamento foi de 30 minutos após a moldagem.

Cada molde obtido foi examinado e, não havendo bolhas nem rachaduras, seguiu-se para a etapa de vazamento. O gesso tipo IV (Tewerock; Kettenbach, Hesse, Alemanha) serviu para verter todos os moldes produzidos. Com base na proporção recomendada, 23 ml de água foram adicionados a 100 g de pó. O pó e a água foram primeiro misturados manualmente por 10 segundos, depois misturados a vácuo (Multivac 4; Degussa, Hanau, Alemanha) por mais 30 segundos. O gesso foi vibrado nas impressões e deixado endurecer por 60 min antes da separação das impressões de todos os grupos.

Moldagens digitais

Para a realização do escaneamento digital, o modelo mestre de alumínio foi pintado com uma fina camada de tinta branca à base de óleo, para o reconhecimento do modelo pelo *scanner*. A espessura da tinta não alterou as dimensões do modelo, sendo assegurado pelo uso de um paquímetro digital (com sensibilidade de 0,01 mm) (Zaas Precision, Amatools, Piracicaba, São Paulo, Brasil).

O *scanner* intraoral usado para o escaneamento foi o 3Shape Trios® 3 (Copenhague, Dinamarca), com uma duração de 30 segundos; assim, todas as partes do modelo foram escaneadas. Com base nisso, um arquivo digital com os modelos digitais foi gerado em DICOM e, por meio de uma assistência de *software* digital 3D (Hunter da Flash Forge), foram feitas sete impressões com resina para impressão 3D (Stabdard FH1 100). Assim, com a obtenção de todos os modelos, limpos e secos adequadamente após 24 horas, estes foram avaliados por meio de um paquímetro digital (Zaas Precision, Amatools, Piracicaba, São Paulo, Brasil).

Análise dimensional dos modelos experimentais

Mediram-se cinco distâncias: distâncias entre as pirâmides (B-A'), base da pirâmide A (A-B), base da pirâmide B (A'-B'), topo da pirâmide A (C-D) e topo da pirâmide B (C'-D'), conforme referenciadas na figura 1. Cada distância foi medida três vezes, pelo mesmo examinador, e seus valores foram tabulados no Microsoft Excel. O valor final alcançado no estudo correspondeu à média aritmética das medidas obtidas, para cada distância e em cada modelo de gesso e nos modelos impressos em 3D. A medição dos parâmetros de todos os modelos foi realizada por um único pesquisador treinado.

Análise estatística

Para a análise estatística, os valores foram organizados, de acordo com o comprimento padrão da matriz mestra, em dois grupos. O primeiro grupo, chamado de medidas de base, contém a média das medidas A-B, A'-B' e B-A', visto que tais medidas tinham como referência 10 mm de comprimento na matriz mestra. As médias das medidas C-D e C'-D' foram agrupadas no segundo grupo, denominado medidas do topo, as quais tinham como referência, na matriz mestra, 5,5 mm de comprimento.

Os dados foram exportados para o *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20,0 para Windows, no qual as análises foram realizadas adotando um intervalo de confiança de 95%. Foram expressos as médias, o desvio-padrão e o intervalo de confiança de cada uma da série de medidas. Em virtude de sua distribuição paramétrica e homogênea, recorreu-se ao teste Anova para comparações múltiplas, seguido do teste de Bonferroni ($\alpha < 0,05$) para comparar as mesmas medidas entre os modelos obtidos pelas diferentes técnicas.

Resultados

Medidas da base

Considerando o material de moldagem usado e as técnicas empregadas, nos grupos das medidas da base (A-B e A'-B'), aqueles modelos que foram obtidos de silicona de adição, silicona de condensação e poliéter não diferiram significativamente quando comparados ao modelo mestre ($p > 0,05$). Especificamente em relação à medida A-B, todas as técnicas aplicadas se mostraram semelhantes ($p = 1,00$), exceto pela técnica de escaneamento digital, a qual evidenciou medidas de base menores em relação ao parâmetro mestre ($p = 0,001$).

Medidas do topo

Na análise das dimensões de topo (C-D e C'-D'), os diferentes materiais trabalhados com diversas técnicas de moldagem não demonstraram variação estatística considerável. Porém a silicona de condensação, quando empregada pela técnica de moldagem funcional usando somente a porção leve (GSC P1), apresentou diferença estatisticamente significante em relação ao modelo ($p = 0,044$).

Medidas entre as pirâmides

Na análise da distância entre as duas pirâmides avaliadas (B-A'), o emprego da silicona de adição mediante a técnica de moldagem de reembasamento e do poliéter por meio da técnica de moldagem funcional apresentou variações estatísticas consideráveis ($p=0,027$ e $p=0,009$, respectivamente). Além disso, os modelos obtidos por intermédio da técnica de escaneamento intraoral mostraram uma diferença estatisticamente significativa entre essa técnica de moldagem e o modelo mestre ($p=0,001$).

Tabela III - Análise de variância a dois critérios (Anova) comparando alterações dimensionais dos materiais de moldagem e diferentes técnicas de moldagem aplicadas em função dos valores do modelo mestre

	Medida		Medida		Medida		Medida		Medida	
	A-B	Valor de p	A'-B'	Valor de p	C-D	Valor de p	C'-D'	p-Valor	B-A'	p-Valor
GSA P1	10,12±0,17 (9,97-10,28)	1,000	10,14±0,12 (10,02-10,25)	0,932	5,57±0,11 (5,47-5,67)	1,000	5,57±0,07 (5,51-5,64)	0,931	9,91±0,41 (9,53-10,29)	1,000
GSA P2	10,02±0,11 (9,92-10,12)	1,000	10,04±0,11 (9,94-10,14)	1,000	5,63±0,08 (5,56-5,71)	0,157	5,56±0,03 (5,53-5,59)	0,093	10,03±0,21 (9,83-10,22)	1,000
GSA P3	9,99±0,08 (9,92-10,06)	1,000	10,21±0,24 (9,99-10,43)	1,000	5,50±0,23 (5,29-5,71)	1,000	5,62±0,06 (5,56-5,68)	0,078	10,33±0,14 (10,20-10,46)	*0,027
GSC P1	10,05±0,17 (9,90-10,21)	1,000	10,03±0,16 (9,89-10,18)	1,000	5,57±0,11 (5,48-5,67)	1,000	5,60±0,05 (5,56-5,65)	*0,044	10,03±0,18 (9,86-10,20)	1,000
GSC P2	10,06±0,12 (9,95-10,17)	1,000	10,01±0,13 (9,89-10,13)	1,000	5,61±0,09 (5,53-5,69)	0,582	5,60±0,06 (5,55-5,65)	0,125	10,04±0,21 (9,85-10,24)	1,000
GSC P3	9,85±0,14 (9,72-9,99)	1,000	9,92±0,11 (9,82-10,02)	1,000	5,54±0,06 (5,48-5,60)	1,000	5,51±0,07 (5,44-5,57)	1,000	9,58±0,28 (9,33-9,84)	0,262
GP	9,95±0,22 (9,74-10,15)	1,000	9,84±0,14 (9,71-9,97)	0,872	5,49±0,11 (5,39-5,59)	1,000	5,42±0,07 (5,35-5,48)	0,537	9,34±0,22 (9,14-9,55)	*0,009
GSD	9,72±0,07 (9,66-9,78)	*0,001	9,82±0,09 (9,74-9,91)	0,070	5,43±0,11 (5,33-5,53)	1,000	5,47±0,10 (5,38-5,57)	1,000	9,35±0,16 (9,21-9,50)	*0,001
Modelo mestre	10		10		5,5		5,5		10	

* $p<0,05$, pós-teste de Bonferroni (teste Anova para medidas repetidas). Dados expressos em forma de média ± DP (intervalo de confiança de 95%)

Discussão

A inclusão da Odontologia digital traz diversas vantagens, principalmente para o armazenamento dos modelos, facilidade do compartilhamento de dados e previsibilidade do tratamento [4]. Os modelos da moldagem convencional, que rotineiramente eram de gesso, começam a ser substituídos por modelos digitais. No entanto essa transição continua lenta, em virtude da necessidade de equipamentos e capacitação da mão de obra específica, que tornam os custos elevados e muitas vezes inacessíveis [16].

Este estudo realizou uma análise *in vitro* de dois métodos de obtenção de modelos físicos. No primeiro efetuou-se a moldagem convencional variando o tipo de material e técnica de moldagem e, em seguida, foi obtido modelo de gesso. No segundo, utilizou-se escaneamento digital para fazer o escaneamento do modelo mestre. A partir de um arquivo digital, realizaram-se impressões

de modelos físicos de resina para impressão 3D (Stabard FH1 100). Nas análises das medidas, na distância A-B, a técnica do escaneamento digital mostrou valores inferiores, bem como menores alterações de valores na medida A-B' em relação ao modelo mestre.

O sistema de impressão óptica, quando contrastado com o método convencional utilizando materiais de impressão, demonstra resultados comparáveis e eficazes [5, 8, 10]. A técnica digital apresenta menor distorção e com valores dimensionais mais próximos do real. O escaneamento parece ser promissor e eficaz [1], com níveis de precisão comparáveis aos materiais de moldagem convencional em arcos edêntulos, e pode ser definido como um método potencialmente mais confiável e de execução facilitada em comparação com o método convencional [14].

No entanto análises de fluxos de trabalho digitais e convencionais em próteses dentárias afirmam que os procedimentos convencionais de

moldagem foram objetivamente mais eficientes. Em avaliação da alteração dimensional de modelos obtidos de forma convencional *versus* virtual, ressaltou-se que a digitalização se configura como uma metodologia confiável para a avaliação das alterações dimensionais lineares, com exceção dos elastômeros utilizados nesse processo [11]. Em dados observacionais, indivíduos com expertise em moldagens convencionais expressaram satisfação com esse método específico, contudo não tiveram preferência discernível em relação ao tipo de moldagem utilizado [16].

Certas variáveis podem afetar a confiabilidade das medidas dos modelos obtidos por moldagem física, como o tipo de material empregado na moldagem, manipulação e dosagem correta do produto, armazenamento adequado do molde, tempo aumentado entre a moldagem e o vazamento em gesso para a confecção do modelo [1]. Os profissionais de odontologia devem possuir um conhecimento aprofundado acerca das distintas características, reações de configuração e exigências de manipulação pertinentes ao material de moldagem escolhido em cada caso clínico. Tal conhecimento é imperativo para evitar complicações e atrasos decorrentes da seleção inadequada de materiais [6].

Além disso, novos métodos para melhorar a precisão do escaneamento intraoral em situações *in vitro* e *in vivo* destacam vantagens como armazenamento confiável de dados, alta reprodutibilidade e redução de custos de transporte associados a impressões digitais. Há a necessidade de tornar o fluxo digital acessível e preciso à prática odontológica [5]. Outros estudos poderão elucidar a temática, até mesmo realizando a validação dos escaneamentos intraorais para realidades clínicas.

A comparação entre moldagem convencional e virtual reflete a evolução contínua da tecnologia dentária. Embora os métodos digitais ofereçam vantagens em termos de precisão e eficiência, é crucial mais investigação, como exemplificado por estudos como os de Aswani *et al.* [2] e Giuliadori *et al.* [5], para aprofundar as nuances dessas técnicas e otimizar a sua aplicação na prática clínica. À medida que a Odontologia digital progride, a procura de maior exatidão e precisão nas impressões dentárias continua a ser um foco fundamental tanto para os investigadores como para os profissionais.

Conclusão

Com base nos resultados deste estudo *in vitro*, as seguintes conclusões foram tiradas: as

descobertas apontam para um cenário em evolução, em que os *scanners* intraorais são promissores, apesar de apresentarem uma capacidade *in vitro* inferior aos materiais convencionais, destacando o seu potencial como uma alternativa confiável para procedimentos odontológicos.

Referências

1. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2018 Aug;26(3):101-21.
2. Aswani K, Wankhede S, Khalikar A, Deogade S. Accuracy of an intraoral digital impression: a review. *IP Ann Prosthodont Restor Dent.* 2019;5(3):53-7.
3. Camardella LT, Vilella OV, van Hezel MM, Breuning KH. Accuracy of stereolithographically printed digital models compared to plaster models. *J Ofac Orthop.* 2017 Sep;78(5):394-402.
4. Cicciù M, Fiorillo L, D'Amico C, Gambino D, Amantia EM, Laino L et al. 3D digital impression systems compared with traditional techniques in dentistry: a recent data systematic review. *Materials.* 2020 Apr;13(8):1982.
5. Giuliadori G, Rappelli G, Aquilanti L. Intraoral scans of full dental arches: an *in vitro* measurement study of the accuracy of different intraoral scanners. *Int J Environ Res Public Health.* 2023 Mar;20(6):4776.
6. Gupta R, Brizuela M. *Dental impression materials.* 1st ed. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2024.
7. Jánosi KM, Cerghizan D, Mártha KI, Elekes É, Szakács B, Elekes Z et al. Evaluation of intraoral full-arch scan versus conventional preliminary impression. *J Clin Med.* 2023 Ago 24;12(17):5508.
8. Natsubori R, Fukazawa S, Chiba T, Tanabe N, Kihara H, Kondo H. *In vitro* comparative analysis of scanning accuracy of intraoral and laboratory scanners in measuring the distance between multiple implants. *Int J Implant Dent.* 2022 Apr;8(1):18.
9. Parize H, Tardelli JDC, Bohner L, Sesma N, Muglia VA, Reis AC. Digital versus conventional workflow for the fabrication of physical casts for fixed prosthodontics: a systematic review of accuracy. *J Prosthet Dent.* 2022 Jul;128(1):25-32.
10. Roig E, Garza LC, Álvarez-Maldonado N, Maia P, Costa S, Roig M et al. *In vitro* comparison of the accuracy of four intraoral scanners and three conventional impression methods for two neighboring implants. *PLoS One.* 2020 Feb;15(2):e0228266.

11. Sailer I, Mühlemann S, Fegmer V, Hämmerle CHF, Benic GI. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part I: Time efficiency of complete-arch digital scans versus conventional impressions. *J Prosthet Dent.* 2019 Jan;121(1):69-75.
12. Shen C, Rawls HR, Esquivel-Upshaw JF. *Phillips materiais dentários.* 13 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2023.
13. Singer L, Habib SI, Shalaby HE, Saniour SH, Bourauel C. Digital assessment of properties of the three different generations of dental elastomeric impression materials. *BMC Oral Health.* 2022 Sep;22(1):379.
14. Sinhoreti MAC, Vitti RP, Mendonça MJ, Consani EL, Correr-Sobrinho L. Estudo da precisão dimensional de modelo de gesso confeccionados com diferentes técnicas e materiais de moldagem elastoméricos. *Rev Fac Odontol Passo Fundo.* 2010 Dec;15(2):139-44.
15. Sousa-Junior JRS, Miranda Ladewig V, Lima IK, Gondim PPC, Tavares S, Capistrano A. Planejamento ortodôntico digital guiado pelo sorriso – protocolo para impressão de mock-up para uso clínico. *Orthod Sci Pract.* 2020;13(51):102-8.
16. Yilmaz H, Eglenen MN, Cakmak G, Yilmaz B. Effect of impression technique and operator experience on impression time and operator-reported outcomes. *J Prosthodont.* 2021 Oct;30(8):676-83.