

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Odontologia
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



Dissertação

Influência de técnicas e materiais de moldagem na precisão de modelos de trabalho obtidos para a confecção de prótese fixa convencional e sobre implante

Fernando Fernandes Vargas

Pelotas, 2017

Fernando Fernandes Vargas

Influência de técnicas e materiais de moldagem na precisão de modelos de trabalho obtidos para a confecção de prótese fixa convencional e sobre implante

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia na área de Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Mateus Bertolini Fernandes dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Aloísio Oro Spazzin

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

V297i Vargas, Fernando Fernandes

Influência de técnicas e materiais de moldagem na precisão de modelos de trabalho obtidos para a confecção de prótese fixa convencional e sobre implante / Fernando Fernandes Vargas ; Mateus Bertolini Fernandes dos Santos, orientador ; Aloísio Oro Spazzin, coorientador. — Pelotas, 2017.

61 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Técnica de moldagem. 2. Material de moldagem. 3. Escaneamento 3-d. 4. Precisão. I. Santos, Mateus Bertolini Fernandes dos, orient. II. Spazzin, Aloísio Oro, coorient. III. Título.

Black : D3321

Fernando Fernandes Vargas

Influência de técnicas e materiais de moldagem na precisão de modelos de trabalho obtidos para a confecção de prótese fixa convencional e sobre implante.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia na área de Prótese Dentária, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 20 de fevereiro de 2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Mateus Bertolini Fernandes dos Santos (Orientador)

Doutor em Clínica Odontológica na área de Prótese Dental pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil.

Prof.^a Dr.^a Noéli Boscato

Doutora em Clínica Odontológica na área de Prótese Dental pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil.

Prof.^a Dr.^a Gabriela Romanini Basso

Doutora em Materiais Dentários pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil.

Agradecimentos

Aos meus pais, Gerson Silveira de Vargas e Magáli Fernandes Vargas, que me apoiaram em todos os momentos, me dando amor, carinho e educação, e, também, por sempre acreditarem em meu potencial e crescimentos pessoal e profissional, além de serem, para mim, exemplos de personalidades que um dia almejo ter como pai, profissional e pessoa;

Ao meu orientador, Professor Mateus Bertolini Fernandes dos Santos, pelo companherismo e comprometimento, sobretudo pela honra e confiança de me aceitar como orientado, além de todo conhecimento transmitido ao longo da minha caminhada como mestrando;

Ao meu co-orientador, Professor Aloísio Oro Spazzin, pela disposição, receptividade e orientação enquanto estive em Passo Fundo realizando a análise dos modelos, dessa forma, colaborou diretamente para que esse estudo se tornasse possível;

Ao Professor Fabrício Ogliari, pela generosa doação de materiais de moldagem, atitude imprescindível para realização dessa pesquisa;

Ao colega Bernardo Antônio Agostini, pela dedicação e disponibilidade ao colaborar com a importante etapa de análise estatística;

Aos mestres do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, que colaboraram para o meu crescimento profissional, em especial aos professores César Bérgholi, Noéli Boscatto e Flávio Fernando Demarco que, além de excelentes profissionais, se mostraram, também, grandes amigos e companheiros;

Às minhas colegas, Ayumi Batista Kodama, Anna Paula Possebom, Fabíola Barbon, Andressa Gastmann e Andressa Spohr, que me ajudaram em diversos momentos e, também, tornaram o dia-a-dia mais divertido e descontraído durante esses dois anos de mestrado acadêmico;

À minha família, que, desde criança, me apoiou, me deu estrutura e educação, sendo exemplos para que um dia me tornasse pelo menos metade do que são hoje;

À minha namorada, Maríndia de Almeida Borba, pelo apoio e paciência nos momentos difíceis e companherismo para celebrar os momentos de alegria;

E a todos aqueles que me incentivaram com palavras e gestos de carinho;

Minha sincera gratidão.

Resumo

VARGAS, Fernando Fernandes. **Influência de técnicas e materiais de moldagem na precisão de modelos de trabalho obtidos para a confecção de prótese fixa convencional e sobre implante.** 2017. 61f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de Prótese Dentária) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2017.

De acordo com a literatura, os materiais de moldagem disponíveis no mercado sofrem alteração dimensional após sua presa. Essa distorção pode afetar a precisão e, conseqüentemente, a adaptação final de próteses parciais fixas convencionais e sobre implantes. O objetivo do presente estudo foi de investigar e comparar, através do uso de escaneamento tridimensional e *software* de comparação de superfícies, as alterações tridimensionais decorrentes do procedimento de moldagem e obtenção de modelos de trabalho utilizando diferentes materiais e técnicas de moldagem comumente usadas na prática odontológica. Um modelo mestre para dentes contendo um incisivo central e um canino superiores preparados para receber prótese fixa de três elementos livre de metal e outro modelo contendo dois análogos de implantes com conexão hexagonal externa foram obtidos. Os grupos (n=5) foram divididos de acordo com a técnica (dupla mistura, moldagem única e com casquete para dentes e direta e indireta para implantes) e material de moldagem (silicone de adição, silicone de condensação e poliéter). A avaliação e comparação das superfícies com o modelo mestre foram realizadas através de escaneamento 3-D (S600 ARTI, Zirkozahn) e *software* de análises específico (Geomagic Qualify v.13, Geomagic Inc). Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística que demonstrou não haver diferença significativa entre as técnicas de moldagem tanto para dentes quanto para implantes; porém, no caso dos materiais de moldagem, os modelos de trabalho obtidos à partir de moldagens com silicone de condensação apresentaram menor distorção que os modelos obtidos com os demais materiais. Entretanto, os valores de variação foram bastante pequenos e talvez não apresentem significância clínica. Baseado no que foi exposto, pode-se concluir que o cirurgião-dentista deve escolher a técnica e o material que considera mais apto a utilizar em moldagem para próteses fixas, tanto sobre dentes quanto sobre implantes.

Palavras-chave: técnica de moldagem; material de moldagem; escaneamento 3-D; precisão.

Abstract

VARGAS, Fernando Fernandes. **Influence of techniques and impression materials on the accuracy of working casts obtained for the confection of conventional and implant-supported fixed prosthesis**. 2017. 61f. Dissertation (Master Degree in Dentistry – Prosthodontics) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

According to the literature, all the available impression materials on the market deform after its polymerization. This distortion can affect the precision and, consequently, the marginal fit of fixed partial dentures on teeth or implants. The aim of this study was to investigate and compare, through the use of three-dimensional scanning and surface comparison software, the dimensional changes of working cast originated from different impression techniques and materials commonly used on the dental practice.. Master casts containing a maxillary central incisor and a canine prepared to receive a three-unit metal-free fixed partial denture and two external hex implant analogues were made. Groups (n=5) were divided according to the technique (dual mixture, single impression and custom tray for teeth; and direct or indirect for implants), and impression material (polyvinyl siloxane, polydimethylsiloxane and polyether). Evaluation and comparison of the surfaces between master cast and specimens were performed with a fully automated optical structured-light scanner (S600 ARTI, Zirkonzahn) and Geomagic Qualify v.13 (Geomagic Inc.) software inspection tool. The obtained results were submitted to statistical analysis, which showed that there was no significant difference between the impression techniques for both teeth and implants groups; however, in regard of impression materials, working casts obtained by polydimethylsiloxane impressions showed lower volumetric distortion than casts obtained with the other impression materials. However, the distortion values were very small and may not be clinically significant. Based on the above, it can be concluded that the dentist could choose the impression technique and material that he considers most suitable for fixed prostheses teeth or implant-borne prostheses.

Keywords: impression technique; impression material; 3-D scanning. accuracy.

Lista de Figuras

Figura 1	A. Espécime do grupo 5, que apresentou a maior distância máxima negativa (contração). B. Espécime do grupo 4, que apresentou a maior distância máxima positiva (expansão). As alterações dimensionais são apresentadas em uma graduação de cores, representada em uma escala milimetrada (mm) 43
Figura 2	A. Espécime do grupo 9, onde o transferente distal apresentou maior inclinação mesio-distal. B. Espécime do grupo 10, onde o transferente distal apresentou maior inclinação vestibulo-lingual 46

Lista de Tabelas

Tabela 1	Divisão dos grupos de acordo com a técnica e material de moldagem	19
Tabela 2	Orçamento previsto para a realização da pesquisa	24
Tabela 3	Cronograma para execução do estudo	25
Tabela 1/Artigo	Divisão dos grupos	37
Tabela 2/Artigo	Proporções e manipulação dos materiais de moldagem segundo seus respectivos fabricantes	38
Tabela 3/Artigo	Distâncias máximas (em milímetros) e respectivos desvios-padrão entre modelo mestre e espécimes de diferentes grupos	44
Tabela 4/Artigo	Influência da técnica e material de moldagem sobre a distância máxima entre grupos e modelo mestre. Regressão linear não-ajustada	44
Tabela 5/Artigo	Influência da técnica e do material de moldagem sobre a distância máxima total entre grupos e modelo mestre. Regressão linear ajustada e não-ajustada	45
Tabela 6/Artigo	Valores médios e respectivos desvios-padrão para distância entre transferentes (micrometros) e diferenças totais para inclinações mesio-distal e vestibulo-lingual, de acordo com cada técnica e material de moldagem	46

Sumário

1 Introdução	10
2 Projeto de pesquisa	14
2.1 Introdução	15
2.2 Objetivo geral	17
2.3 Objetivo específico	17
2.4 Metodologia	18
2.5 Orçamento	24
2.6 Cronograma	25
2.7 Referências	26
3 Relatório de trabalho de campo	29
4 Artigo	32
4.1 Abstract	33
4.2 Introduction	34
4.3 Materials and methods	36
4.3.1 Sample calculation	36
4.3.2 Master cast	36
4.3.3 Division of groups	37
4.3.4 Materials manipulation	38
4.3.5 Tooth impression techniques	38
4.3.6 Implant impression techniques	39
4.3.7 3-D casts scanning	41
4.3.8 Dimensional change assessment	41
4.3.9 Statistical analysis	42
4.4 Results	42
4.5 Discussion	47
4.6 Conclusions	50
4.7 References	51
5 Considerações finais	55
6 Referências	56

Notas preliminares

A presente dissertação foi redigida segundo o Manual de Normas para trabalhos acadêmicos da UFPel, adotando o nível de descrição em artigos. Disponível no endereço eletrônico:

http://sisbi.ufpel.edu.br/arquivos/PDF/Manual_Normas_UFPel_trabalhos_acad%C3%AAmicos.pdf.

O projeto de pesquisa que originou esta dissertação foi apresentado em 13 de Agosto de 2016 e foi aprovado pela Banca Examinadora composta pelos Professores Doutores César Dalmolin Bérigoli, Noéli Boscato e Mário Thadeo Rodrigues Cruzeiro (Suplente).

1 Introdução

Moldar é o ato de reproduzir em negativo uma determinada superfície. A moldagem representa a transição da situação clínica para a bancada do laboratório. Se esse procedimento não conferir uma precisa reprodução de detalhes, a obtenção de reabilitações protéticas com adaptação adequada se torna dificultada. Por isso os acidentes anatômicos que compõem a região da arcada e, principalmente, o término cervical do dente preparado devem ser copiados com fidelidade e nitidez (MEZZOMO, 2010). Dentre os fatores que podem influenciar na fidelidade de uma moldagem, pode-se citar a preferência por materiais e a técnica adotada (DOGAN, 2015). Com relação aos implantes dentários, a precisão obtida durante a moldagem de transferência da boca para um modelo de gesso é considerada um passo crítico, pois o correto posicionamento da prótese influencia no sucesso da reabilitação (MOREIRA, 2015). Apesar do procedimento de moldagem de implantes não afetar a adaptação do pilar protético em próteses unitárias, pois na maioria das vezes estes são confeccionados por fresagem CAD/CAM, a importância da exatidão dos moldes continua a ser indispensável, uma vez que a distorção do molde pode acarretar em posicionamento inadequado da prótese finalizada na boca, afetando o contorno e contatos oclusais. Além disso, em casos de próteses múltiplas sobre implantes a distorção dos moldes pode acarretar em desadaptação e estresse exagerado nos componentes protéticos e osso peri-implantar (BACCHI, 2013; SPAZZIN, 2011).

Atualmente, os materiais de moldagem mais utilizados para próteses fixas sobre dentes e moldagem de transferência para implantes são silicone polimerizado por reação de adição, silicone polimerizado por reação de condensação e poliéter. Dentre estes materiais apresentados, o silicone de condensação é disponibilizado comercialmente como um material com consistência densa e uma pasta leve, este material é o que apresenta a menor capacidade de reprodução de detalhes e estabilidade dimensional (PEGORARO, 2004). Apesar disso, o material apresenta adequado tempo de trabalho e resistência ao rasgamento, além de, por ser em forma de massa, eliminar a necessidade de confecção de moldeira individual. O silicone polimerizado por reação de adição se apresenta na forma de duas pastas

para materiais leve e regular e dois potes para o material denso. Possui como vantagens a alta precisão, alta estabilidade dimensional, resistência ao rasgamento e a possibilidade de poder ser vazados várias vezes e em até sete dias. Suas desvantagens são maior rigidez em comparação com os outros materiais, liberação de gás hidrogênio na primeira hora após a polimerização e a inibição de sua polimerização por compostos sulfurados, presentes nas luvas de procedimento de látex (CAPUTI, 2008). Por último, o poliéter que apresenta consistência fluida, sendo composto, também, por uma pasta base e uma pasta catalisadora. Suas vantagens, como o silicone de adição, são a estabilidade dimensional, boa reprodução de detalhes e o fato de poder ser vazado por várias vezes e em até sete dias. Suas desvantagens são os curtos tempos de trabalho e de presa, além do alto custo (MANN, 2015).

É importante lembrar que nem todos os materiais pertencentes a uma mesma classe têm as mesmas qualidades. O silicone de adição possui propriedades hidrofílicas proporcionando uma moldagem subgengival excepcional (LEVARTOVSKY, 2014). Por outro lado, o silicone de condensação possui propriedades hidrofóbicas, o que pode comprometer o desempenho da moldagem. Na polimerização por adição os reagentes somam-se, não havendo perda de matéria, tendo assim o monômero e polímero a mesma composição. A polimerização por condensação consiste na formação de uma macromolécula a partir de monômeros que reagem entre si com eliminação de água ou de outras pequenas moléculas (RUDOLPH, 2015). Ele exige uma técnica bem controlada, pois têm como principal desvantagem a formação de subprodutos após a reação de polimerização, como o álcool etílico. A liberação deste álcool e posteriormente sua evaporação, causam a contração volumétrica do molde proporcionando uma baixa estabilidade dimensional (DOGAN, 2015).

Com relação às técnicas de moldagem, primariamente podemos dividi-las em moldagens para prótese fixa sobre dentes ou implantes (SILVA, 2008). Dentre as técnicas para moldagem visando à confecção de próteses fixas sobre dentes estas podem ser subdivididas em função da consistência do material de moldagem que será utilizado (DEL'ACQUA, 2010). Dessa maneira, materiais de moldagem que apresentam apenas a consistência leve ou média devem, impreterivelmente, ser utilizados concomitantemente com uma moldeira individual, de modo que esta moldeira sirva de arcabouço para sustentar e orientar o material durante o

procedimento de moldagem até que a polimerização se complete (DOGAN, 2015). Quando o material de moldagem apresenta consistência densa, ou de massa, a obtenção de moldeira individual não se faz necessária, assim, pode-se utilizar a técnica de moldagem com impressão única, onde o material denso e leve são manipulados simultaneamente e a moldagem ocorre em passo único. Ou, na técnica da dupla impressão, onde realiza-se a moldagem apenas com o material denso, alívio de regiões retentivas e moldagem corretiva com material leve (LEVARTOVSKY, 2014).

No que tange as técnicas de moldagem de transferência para implantes, transferentes cônicos são utilizados com moldeiras fechadas, e possibilitam que o análogo possa ser parafusado fora do molde permitindo melhor visualização da adaptação entre os dois componentes (MANN, 2015). Entretanto, o reposicionamento dos transferentes cônicos no molde possibilita alteração de posição dentro do material de moldagem antes do vazamento. Em contra partida, a moldagem com transferentes quadrados e moldeira aberta, de certa forma, garante o correto posicionamento do implante, pois o transferente é removido juntamente com o molde, evitando a etapa de reposicionamento do mesmo no interior do molde o que poderia causar seu deslocamento (PIERALINI, 2008, EBADIAN, 2015).

A viscosidade do material também é fator determinante na técnica a ser utilizada. Da mesma maneira, materiais com apresentação comercial apenas com consistência leve ou média necessitam de moldeira individual e esta moldeira deve apresentar uma abertura na região do implante a ser moldado de modo que o transferente possa ser solto após a polimerização do material de moldagem, possibilitando assim a remoção do conjunto moldeira/transferente da boca (CAPUTI, 2008). Já os materiais que possuem consistência densa permitem a utilização de moldeira de estoque e transferente cônico para moldeira fechada. Sendo que após a polimerização do material de moldagem a moldeira é removida da boca do paciente e o transferente deve então ser solto do implante e encaixado no molde (STIMMELMAYR, 2015).

De acordo com Moreira (2015) e Pieralini (2008), não foram encontrados dados significativos quanto as diferentes técnicas de moldagem para implantes, possibilitando a prática clínica de ambas. O mesmo pôde-se afirmar para as técnicas de moldagem em dentes, lembrando que o clínico deve observar cada caso individualmente e, assim, optar pela mais adequada (MCCRACKEN, 2012). Por fim,

quanto aos materiais de moldagem, Mezzomo (2010), indica vantagens de uns sobre outros. Por exemplo, durante a reação de presa, o silicone de adição apresenta menor contração (0,05%), seguido pelo poliéter (0,15%), pelo polissulfeto (0,5%) e, por fim, pelo silicone de condensação (0,6%). Da mesma forma que o silicone de adição apresentaria melhor reprodutibilidade de detalhes (excelente) quando comparado com o poliéter (muito boa), com o polissulfeto e com o silicone de condensação (regulares).

Recentemente, ferramentas de pesquisa avançadas como *scanners a LASER* ou por contato têm sido utilizadas para analisar deformações tridimensionais. Esses instrumentos fornecem dados numéricos, os quais avaliam a deformação tridimensional como um todo, logo apresentam maior precisão em seus resultados que podem por sua vez detectar possíveis alterações com relevância para o dia-a-dia clínico (ARTOPOULOS, 2013).

Baseado no que foi exposto, o presente estudo visa investigar e comparar as alterações tridimensionais decorrentes de procedimentos de moldagem utilizando diferentes materiais e técnicas de moldagem, partindo da hipótese nula de que não haverá diferença considerável de alteração dimensional entre os modelos de trabalho quanto ao uso dessas variáveis.

2 Projeto de pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Odontologia
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



Projeto de Pesquisa

**Avaliação das alterações tridimensionais de modelos de trabalho para
próteses parciais fixas de três elementos sobre dentes e sobre implantes
obtidos por diferentes técnicas e materiais de moldagem**

Fernando Fernandes Vargas

Pelotas, 2016

2.1 Introdução

Moldar é o ato de reproduzir em negativo uma determinada superfície. A moldagem representa a transposição da situação clínica para a bancada do laboratório. Se esse procedimento não conferir uma boa reprodução de detalhes com precisão, a obtenção de restaurações protéticas com adaptação adequada se torna dificultada. Por isso os acidentes anatômicos que compõem a região da arcada e, principalmente, os detalhes do término cervical do dente preparado devem ser copiados com fidelidade e nitidez (MEZZOMO, 2010). Dentre os fatores que podem influenciar na fidelidade de uma moldagem, pode-se citar a preferência por materiais e a técnica adotada (DOGAN, 2015). Com relação aos implantes dentários, a precisão obtida durante a moldagem de transferência de sua posição na boca para um modelo de gesso é considerada um passo crítico, no que se refere ao correto posicionamento da prótese, influenciando o sucesso da restauração (MOREIRA, 2015).

Atualmente, os materiais de moldagem mais utilizados para próteses fixas sobre dentes e moldagem de transferência para implantes são polissulfeto, silicone polimerizado por reação de adição, silicone polimerizado por reação de condensação, polissulfeto poliéter. Dentre estes materiais apresentados, o silicone de condensação é disponibilizado comercialmente por um material com consistência densa e uma pasta leve, este material é o que apresenta a menor capacidade de reprodução de detalhes e estabilidade dimensional (PEGORARO, 2004). O polissulfeto é um material de consistência média, indicado para moldagens de próteses fixas unitárias, parciais ou para rebordos desdentados. Como vantagens deste material pode-se frisar a boa resistência ao rasgamento, bom escoamento antes da presa, reprodução de detalhes e alta flexibilidade. Embora tenha indicação para moldagens de prótese fixa, o polissulfeto apresenta pouca estabilidade dimensional comparado a outros materiais como o silicone polimerizado por reação de adição e poliéter. O silicone polimerizado por reação de adição possui como vantagens a alta precisão, alta estabilidade dimensional, resistência ao rasgamento e a possibilidade de poder ser vazados várias vezes e em até sete dias. Suas desvantagens são maior rigidez em comparação com os outros materiais, liberação de gás hidrogênio na primeira hora após a polimerização e a inibição de sua polimerização por compostos sulfurados, presentes nas luvas de procedimento de

látex. Por último, o poliéter. Esse material apresenta consistência leve, sendo composto, também, por uma pasta base e uma pasta catalisadora. Suas vantagens, como o silicone de adição, são a estabilidade dimensional, boa reprodução de detalhes e o fato de poder ser vazado por várias vezes e em até sete dias. Suas desvantagens são os curtos tempos de trabalho e de presa, além do alto custo.

Com relação às técnicas de moldagem, primariamente podemos dividi-las em moldagens para prótese fixa sobre dentes ou implantes. Materiais de moldagem que apresentam apenas a consistência leve ou média devem, impreterivelmente, ser utilizados concomitantemente com uma moldeira individual, de modo que esta moldeira sirva de arcabouço para sustentar e orientar o material durante o procedimento de moldagem até que a polimerização se complete. Quando o material de moldagem apresenta consistência densa, ou de massa, a obtenção de moldeira individual não se faz necessária, assim, pode-se utilizar a técnica de moldagem com impressão única, onde o material denso e leve são manipulados simultaneamente e a moldagem ocorre em passo único. Ou, na técnica da dupla impressão, onde realiza-se a moldagem apenas com o material denso, alívio de regiões retentivas e moldagem corretiva com material leve.

No que tange as técnicas de moldagem de transferência para implantes, transferentes cônicos são utilizados com moldeiras fechadas, e possibilitam que o análogo possa ser parafusado fora do molde permitindo melhor visualização da adaptação entre os dois componentes. Entretanto, o reposicionamento dos transferentes cônicos no molde possibilita alteração de posição dentro do material de moldagem antes do vazamento. Em contra partida, a moldagem com transferentes quadrados e moldeira aberta, de certa forma, garante o correto posicionamento do implante, pois o transferente é removido juntamente com o molde, evitando a etapa de reposicionamento do mesmo no interior do molde o que poderia causar seu deslocamento (PIERALINI, 2008).

A viscosidade do material também é fator determinante na técnica a ser utilizada. Da mesma maneira, materiais com apresentação comercial apenas com consistência leve ou média necessitam de moldeira individual e esta moldeira deve apresentar uma abertura na região do implante a ser moldado de modo que o transferente possa ser solto após a polimerização do material de moldagem, possibilitando assim a remoção do conjunto moldeira/transferente da boca. Já os materiais que possuem consistência densa permitem a utilização de moldeira de

estoque e transferente cônico para moldeira fechada. Sendo que após a polimerização do material de moldagem a moldeira é removida da boca do paciente e o transferente deve então ser solto do implante e encaixado no molde (STIMMELMAYR, 2015).

Por fim, quanto aos materiais de moldagem, Mezzomo (2010), indica vantagens de uns sobre outros. Por exemplo, durante a reação de presa, o silicone de adição apresenta menor contração (0,05%), seguido pelo poliéter (0,15%), pelo polissulfeto (0,5%) e, por fim, pelo silicone de condensação (0,6%). Da mesma forma que o silicone de adição apresentaria melhor reprodutibilidade de detalhes (excelente) quando comparado com o poliéter (muito boa), com o polissulfeto e com o silicone de condensação (regulares).

Recentemente, ferramentas de pesquisa avançadas como *scanners a LASER* ou por contato têm sido utilizadas para analisar deformações tridimensionais. Esses instrumentos fornecem dados numéricos, os quais avaliam a deformação tridimensional como um todo, logo apresentam maior precisão em seus resultados que podem por sua vez detectar possíveis alterações com relevância para o dia-a-dia clínico (ARTOPOULOS, 2013).

Baseado no que foi exposto, o presente projeto de pesquisa visa investigar e comparar as alterações tridimensionais decorrentes de procedimentos de moldagem utilizando diferentes materiais e técnicas de moldagem, partindo da hipótese de que não haverá diferença considerável de distorção entre os modelos de trabalho quanto ao uso dessas variáveis.

2.2 Objetivo geral

Investigar e comparar, através do uso de escaneamento tridimensional e *software* de comparação de superfícies, as alterações dimensionais decorrentes do procedimento de moldagem e obtenção de modelos de trabalho utilizando diferentes materiais e técnicas de moldagem comumente usadas na prática odontológica.

2.3 Objetivos específicos

O presente estudo pretende avaliar a alteração dimensional de modelos de trabalho de (1) um incisivo central e um canino superiores com preparos para receber uma prótese parcial fixa de três elementos *metal-free* obtidos com diferentes

materiais (silicone polimerizado por reação de condensação, polissulfeto, silicone polimerizado por reação de adição e poliéter) e técnicas de moldagem (dupla impressão, impressão simultânea e casquete); e de (2) modelos de transferência de próteses de 3 elementos sobre implantes, também utilizando os mesmos materiais (silicone polimerizado por reação de condensação, polissulfeto, silicone polimerizado por reação de adição e poliéter) e técnica com moldeira aberta ou fechada.

2.4 Metodologia

Modelo mestre

O modelo mestre conterá um incisivo central e um canino superiores preparados para receber prótese parcial fixa de três elementos livre de metal. Para ambos elementos, o preparo terá uma profundidade de 0,7mm na porção cervical, de 1,2mm na região vestibular, de 2,0mm na porção incisal, de 0,6mm na porção lingual e de 0,5mm na região de término cervical, de acordo com as recomendações de McCracken (2012). Para obtenção dessas medidas, será confeccionado um sulco marginal cervical com uma broca 1014, com broca 3216 serão confeccionados e unidos os sulcos de orientação vestibulares, incisais e linguais. Para o rompimento do ponto de contato, será utilizada uma broca 3070 e o desgaste lingual será elaborado com uma ponta 3128.

O modelo de implante será obtido utilizando um análogo de implante com conexão hexagonal externa. O análogo será posicionado perpendicularmente ao solo com o auxílio de delineador.

Todos os modelos serão confeccionados em gesso especial tipo IV.

Cálculo amostral

Para definir o tamanho da amostra, foi realizado um cálculo amostral apresentando em média 11 micras para diferença esperada, 3 micras de desvio padrão esperado, 80% de poder desejado e significância de 0.05. A partir desses valores, foi obtido o número de três espécies por grupo. Porém, com intuito de fortalecer os resultados do presente estudo, serão realizados cinco espécimes por grupo (CHO, 2015).

Divisão dos grupos

Os grupos serão divididos de acordo com a técnica e material de moldagem utilizado. A distribuição dos grupos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Divisão dos grupos de acordo com a técnica e material de moldagem.

		Técnica	Material
Dente	G1	Dupla mistura	Silicone por condensação
	G2	Moldagem única	Silicone por condensação
	G3	Dupla mistura	Silicone por adição
	G4	Moldagem única	Silicone por adição
	G5	Casquete	Polissulfeto
	G6	Casquete	Poliéter
Implante	G7	Dupla mistura / moldeira fechada	Silicone por condensação
	G8	Moldagem única / moldeira fechada	Silicone por condensação
	G9	Dupla mistura / moldeira fechada	Silicone por adição
	G10	Moldagem única / moldeira fechada	Silicone por adição
	G11	Moldeira aberta – Transferentes unidos	Polissulfeto
	G12	Moldeira aberta – Sem união de transferentes	Polissulfeto
	G13	Moldeira aberta – Transferentes unidos	Poliéter
	G14	Moldeira aberta – Sem união de transferentes	Poliéter

Técnicas de moldagem para dentes

Impressão única

Os materiais de moldagem pesado e leve serão manipulados de acordo com as recomendações do fabricante. O adesivo será aplicado sobre a superfície de uma moldeira de estoque rígida e o período de quinze minutos para sua secagem será respeitado, de acordo com as recomendações do fabricante. O material de moldagem de consistência pesada será assentado sobre a moldeira e o material de moldagem de consistência leve será aplicado sobre as superfícies dos dentes com o auxílio de uma seringa de uso intra-oral. No momento em que a moldeira estiver preenchida com o material pesado, o material leve será adicionado sobre ele e a

moldagem será realizada, respeitando o tempo indicado pelo fabricante (DOGAN, 2015).

Dupla impressão

A massa de consistência densa (*putty*) será manipulada e levada em posição para a obtenção de uma moldeira individual em uma moldeira de estoque. Para obter o alívio de 0,2mm necessário, utilizaremos uma lâmina de policloreto de vinila (MANN, 2015). Na segunda etapa, o material leve será manipulado de acordo com as recomendações do fabricante e inserido na seringa para aplicação. Ele será injetado sobre o dente preparado, primeiramente preenchendo todo o perímetro do sulco gengival e, posteriormente, recobrando a superfície do dente preparado. A moldeira individual também será preenchida com o material de consistência leve e será levada em posição para a segunda moldagem (MEZZOMO, 2010).

Casquete

Será feita uma moldagem do preparo com alginato, seguida por vazamento com gesso comum, a região do término cervical do preparo será recortada com o propósito de expor o término, em seguida um alívio do preparo com cera (exceto o término) será realizado, isolaremos o preparo com vaselina sólida, e aplicação de resina acrílica auto-polimerizável para confecção do casquete. Este receberá acabamento nas margens cervicais seguido por reembasamento com resina *Duralay*. O término será delimitado com grafite, os excessos removidos com brocas tipo *Maxicut* e *Minicut*. O material de moldagem será manipulado de acordo com a recomendação do fabricante e então inserido no casquete, que será levado em posição (MEZZOMO, 2010).

Técnica de moldagem implantes

Técnica direta / Moldeira aberta

Na técnica direta, serão utilizados transferentes quadrados com parafusos de fixação longos e moldeiras abertas perfuradas. Em seguida, os transferentes serão soltos através da remoção dos parafusos de fixação, permitindo que os mesmos sejam removidos juntamente com a moldeira. Após a remoção da moldeira, o análogo do implante será unido ao transferente (MOREIRA, 2015). Para avaliar a precisão do moldelo obtido, a técnica direta apresentará dois subgrupos: um

contendo transferentes unidos por resina *Duralay* associada a fio dental e outro sem união de transferentes. No primeiro caso, após unir os transferentes, a barra será rompida e unida novamente a fim de diminuir a distorção resultante da contração de polimerização da resina (SILVA, 2008).

Técnica indireta / Moldeira fechada

Na técnica indireta, serão utilizados transferentes cônicos e moldeiras convencional metálicas (fechada). O transferente será aparafusado ao implante e após a polimerização do material de moldagem o molde será removido, sendo que o transferente fica mantido em posição preso ao implante. O transferente será então removido, aparafusado ao análogo do implante e posicionado dentro do molde no seu lugar correspondente (MOREIRA, 2015).

Para a padronização de pressão sobre os materiais durante a moldagem, 5kgf serão aplicados sobre a moldeira durante todos os procedimentos de moldagem até que a polimerização do material tenha ocorrido.

Obtenção dos modelos de trabalho

Os modelos de gesso serão obtidos respeitando o tempo recomendado para cada material de moldagem. Nos casos do polissulfeto e do silicone polimerizado por reação de condensação, os vazamentos deverão ser imediatos, já do poliéter e do silicone polimerizado por reação de adição os vazamentos serão realizados após uma hora, a fim de evitar qualquer tipo de distorção. Para o último, esse intervalo se torna uma obrigatoriedade devido à liberação de hidrogênio durante a reação do material.

Dentre os diversos tipos de gesso disponíveis para vazamento de modelos, utilizaremos neste estudo o de tipo IV (especial), pois, de acordo com Mezzomo (2010), o mesmo apresenta menor expansão quando comparado com os de tipo II, III e V. Este gesso é chamado, também, de gesso pedra de alta resistência, tendo indicação para tróqueis e modelos de precisão.

Cada modelo será recortado, etiquetado e deixado para secar por no mínimo 24 horas antes do escaneamento.

Escaneamento 3-D dos modelos

Uma base para suporte e posicionamento dos modelos será confeccionada com silicone laboratorial polimerizado por reação de condensação de alta viscosidade. Os modelos serão fixados na mesa do *scanner* com adesivo termoplástico para garantir o posicionamento semelhante de todos.

O *scanner* será conectado a um computador equipado com *software* especializado. Um *scanner* óptico de bandas de luz S600 ARTI completamente automático será utilizado para registrar a topografia da superfície em configurações determinadas pelo usuário. De acordo com o fabricante, a precisão deste modelo de *scanner* é $\geq 10\mu\text{m}$ e o modelo poderá ser rotacionado em 360° e inclinado por até 100° .

O *scanner* irá gravar perfis sequenciais dos espécimes, que produzirão mais de dois milhões de pontos individuais para cada objeto. Estes pontos serão, então, triangulados para obter uma malha poligonal 3-D. Todos os modelos serão digitalizados utilizando o mesmo protocolo e serão salvos em formato STL de modo a permitir a importação no *software* para avaliação da alteração dimensional.

Avaliação da alteração dimensional

A comparação entre superfícies de cada modelo com o modelo mestre será realizada com ferramenta de inspeção do *software* Geomagic Qualify v13 (Geomagic Inc.). Para isso, os arquivos STL originados do escaneamento tridimensional serão importados no *software*.

Todos os pontos medidos fora da região de interesse serão excluídos. Após esta etapa, um alinhamento para melhor ajuste será aplicado em cada modelo para deixá-los nas mesmas coordenadas no espaço virtual do *software* e para permitir medições das diferenças em 3-D.

Os modelos de cada grupo serão comparados com o modelo mestre (controle) para avaliar as possíveis alterações tridimensionais. Os resultados provenientes desta ferramenta do *software* produzem tanto dados quantitativos quanto qualitativos. Como resultado qualitativo, o *software* irá gerar figuras com variação de gradientes de cores de acordo com a alteração dimensional verificada. Já a análise qualitativa irá informar em milímetros a quantidade de alteração dimensional verificada em determinadas regiões dos modelos. Os valores médios de

alteração dimensional serão usados para análise estatística das alterações dimensionais entre os grupos.

Análise estatística

As análises estatísticas serão realizadas utilizando o *software* de análise de dados (SigmaPlot v11.0; Systat Software). Alteração dimensional será a variável dependente, enquanto material e técnica serão variáveis independentes controladas. A análise Kruskal-Wallis de variância com base em fileiras será utilizada para avaliar as alterações dimensionais em comparação com o modelo mestre. O teste de Mann-Whitney será realizado para determinar as diferenças entre os grupos individuais. A significância estatística será inferida quando o valor de P for igual ou menor que 0,05.

2.5 Orçamento

Tabela 2 – Orçamento previsto para a realização da pesquisa.

Material	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Resina Acrílica auto-polimerizável (Pó)	14,80	1 un.	14,80
Resina Acrílica auto-polimerizável (Líquido)	11,00	1 un.	11,00
Kit Silicone de Adição	-	1 un.	-
Silicone de Condensação	163,30	1 un.	163,30
Poliéter	388,00	1 un.	388,00
Adesivo para poliéter	129,48	1 un.	129,48
Gesso Especial tipo IV	59,80	1 un.	59,80
Broca 1014	9,10	1 un.	9,10
Broca 3216	9,10	1 un.	9,10
Broca 3070	9,10	1 un.	9,10
Broca 3128	9,10	1 un.	9,10
Total	802,78	12 itens	802,78

2.7 Referências

ARTOPOULOS, A., JUSZCZYK, A. S., RODRIGUEZ, J. M., CLARK, R. K., et al. Three-dimensional processing deformation of three denture base materials. **J Prosthet Dent**, v.110, n., p. 481-7, 2013.

BACCHI, A., CONSANI, R. L., MESQUITA, M. F. and DOS SANTOS, M. B. Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element analysis. **Acta Odontol Scand**, v.71, n., p. 1243-9, 2013.

MOREIRA, A. H., RODRIGUES, N. F., PINHO, A. C., FONSECA, J. C., et al. Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. **Clin Implant Dent Relat Res**, n., p. 2015.

SPAZZIN, A. O., DOS SANTOS, M. B., SOBRINHO, L. C., CONSANI, R. L., et al. Effects of horizontal misfit and bar framework material on the stress distribution of an overdenture-retaining bar system: a 3D finite element analysis. **J Prosthodont**, v.20, n., p. 517-22, 2011.

TELLES, D. D. M. Prótese total: Prótese total. 1.ed. **Santos**. 2014. 512 p.

BROWN, A. McCracken: Prótese parcial removível. 12.ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2011. 400 p.

MEZZOMO, E. Reabilitação oral contemporânea: Reabilitação oral contemporânea. 1.ed. Rio de Janeiro. 2006. 871 p.

ZIRKONZAHN, Scanner S600 ARTI. Disponível em: <<http://www.zirkonzahn.com/en/cad-cam-systems/scanner-s600-arti>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

KIM, J. H., KIM, K. R. and KIM, S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A systematic review. **J Prosthet Dent**, v.114, n., p. 185-192 e1, 2015.

DOGAN, S., SCHWEDHELM, E. R., HEINDL, H., MANCL, L., et al. Clinical efficacy of polyvinyl siloxane impression materials using the one-step two-viscosity impression technique. **J Prosthet Dent**, v.114, n., p. 217-22, 2015.

MANN, K., DAVIDS, A., RANGE, U., RICHTER, G., et al. Experimental study on the use of spacer foils in two-step putty and wash impression procedures using silicone impression materials. **J Prosthet Dent**, v.113, n., p. 316-22, 2015.

STIMMELMAYR, M., BEUER, F., EDELHOFF, D. and GUTH, J. F. Implant Impression Techniques for the Edentulous Jaw: A Summary of Three Studies. **J Prosthodont**, n., p. 2015.

BACCHI, A., CONSANI, R. L., MESQUITA, M. F. and DOS SANTOS, M. B. Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element analysis. **Acta Odontol Scand**, v.71, n., p. 1243-9, 2013.

SPAZZIN, A. O., DOS SANTOS, M. B., SOBRINHO, L. C., CONSANI, R. L., *et al.* Effects of horizontal misfit and bar framework material on the stress distribution of an overdenture-retaining bar system: a 3D finite element analysis. **J Prosthodont**, v.20, n., p. 517-22, 2011.

BACCHI, A., CONSANI, R. L., MESQUITA, M. F. and DOS SANTOS, M. B. Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element analysis. **Competência: Acta Odontol Scand**, v.71, n., p. 1243-9, 2013.

SPAZZIN, A. O., DOS SANTOS, M. B., SOBRINHO, L. C., CONSANI, R. L., *et al.* Effects of horizontal misfit and bar framework material on the stress distribution of an

overdenture-retaining bar system: a 3D finite element analysis. **Competência:** J
Prosthodont, v.20, n., p. 517-22, 2011.

3 Relatório de Campo

O tema e objetivo desse estudo foram sugestão do professor e meu orientador Mateus Bertolini Fernandes dos Santos. Após alguns meses participando das clínicas de prótese dentária do Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFPel, percebi o quanto era importante realizar um trabalho focado em determinar se existe um material ou técnica de moldagem com melhor desempenho clínico. Nossa clínica era voltada para reabilitações orais, o que, frequentemente, envolvia confecção de próteses fixas sobre dentes ou sobre implantes. Uma etapa importante, para esses casos, é a realização de uma moldagem adequada para que o laboratório crie uma peça com melhor adaptação possível ao que se tem clinicamente, com intuito de evitar possíveis contratempos no futuro. A literatura e o mercado oferecem, respectivamente, diversas opções de técnicas e produtos para o cirurgião-dentista, logo, isso gera discussões de qual associação optar para cada situação clínica. Baseado no exposto, foi tomada a decisão de realizar um estudo para verificar se há ou não um material, técnica ou combinação de ambos que ofereça maior precisão na obtenção de modelos para confecção de reabilitações orais.

Durante o primeiro semestre, foi feita a revisão da literatura, com o objetivo de verificar o que já havia disponível na literatura a respeito do tema. Os artigos científicos foram buscados na plataforma Pubmed, analisados e utilizados para compor o embasamento do projeto de pesquisa. Posteriormente, foi delineada a metodologia e realizado o cálculo amostral.

No dia 13 de agosto de 2015, o projeto foi qualificado por uma banca composta pelos professores César Dalmolin Bérigoli, Noéli Boscatto e Mário Thadeo Rodrigues Cruzeiro (Suplente). Na ocasião, foram sugeridas alterações na padronização para obtenção dos espécimes e feitas algumas correções na estrutura escrita do trabalho.

Durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2015, foi feita a aquisição dos materiais. Os produtos de escolha foram: silicone de condensação Optosil/Xantopren (Heraeus Kulzer), silicone de adição Scan Putty (Yllor), poliéter

Impregum Soft (3M ESPE), gesso pedra especial New FujiRock tipo IV (GC), transferentes de moldeira aberta (Neodent) e transferentes de moldeira fechada (Neodent). Os produtos foram adquiridos nas lojas virtuais Dental Cremer, Dental Speed Graph e Neodent e nas lojas físicas Dentária Klymus, Dental Kaminsky, Dental Shalom e Sulbesp Materiais Dentários (todas localizadas na cidade de Pelotas-RS), exceto o silicone de adição, o qual foi uma doação do Professor e gestor da empresa Yller, Fabrício Ogliari, e os análogos para implantes, que foram emprestados pelo professor e orientador, Mateus Bertolini Fernandes dos Santos.

A próxima etapa abordou a confecção dos modelos mestre para os grupos dentes e implantes e, também, obtenção dos espécimes. Esse período ocorreu entre os meses de novembro e dezembro de 2015 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2016. Devido a necessidade de padronizar e elaborar os espécimes exatamente da mesma maneira, essa fase passou-se no laboratório de prótese dentária da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas sob orientação do professor Mateus Bertolini Fernandes dos Santos. Ademais, de acordo com a metodologia adotada, foi necessário o uso de alguns aparelhos que apenas esse laboratório dispunha (plastificadora de gesso a vácuo, por exemplo). Um *checklist* contendo o passo-a-passo de cada grupo (material + técnica) foi escrito para orientar e garantir o cumprimento de todas as etapas. Após a secagem do gesso, todos os espécimes eram etiquetados, cadastrados em uma planilha digital e empacotados protegidos por plástico-bolha. Se houvesse uma falha que causasse um risco de viés, o espécime era descartado e refeito.

No dia 23 de agosto de 2016, encontrei o professor e co-orientador Aloísio Oro Spazzin na cidade de Passo Fundo-RS para fazer o escaneamento 3-D dos espécimes. Naquela oportunidade, visitei pela primeira vez o Centro de Estudos Odontológicos Meridional (CEOM) e tive a chance de conhecer e operar um scanner óptico de bandas de luz S600 ARTI (Zirkonzahn). Durante todo o período de escaneamentos, estive sob orientação do professor Aloísio, que em um primeiro momento me ensinou a manejar o equipamento e, eventualmente, me ajudou esclarecendo dúvidas que surgiam. Todos os resultados foram salvos em um arquivo digital gerado pela própria máquina e, também, anotados em um documento do Microsoft Word.

Durante os meses de setembro e outubro de 2016, foi feita a análise dos dados em *software* específico (Geomatic Qualify 2013) e os resultados salvos em uma planilha digital. Para os grupos de dentes, cada arquivo era importado para o programa, a área de interesse era selecionada, sobreposta ao modelo mestre e a uma ferramenta de análise gerava os dados desejados (locais de distorção). No caso dos implantes, o mesmo *software* era utilizado, porém a etapa de sobreposição não ocorreu. Para esses espécimes foi usada a ferramenta "Régua" para medir a distância entre os centros dos análogos e, em um segundo momento, os arquivos eram importados para o programa Adobe Photoshop CS6 para medir a inclinação de cada transferente.

Em seguida, foi realizada a compilação dos dados e análise estatística. Essa etapa foi feita sob orientação do doutorando do Programa de Epidemiologia da UFPel Bernardo Antônio Agostini, utilizando o método ANOVA no software Stata 12. Para os implantes foi gerada uma tabela única contendo os dados da distância entre análogos e inclinação de transferentes comparados ao modelo mestre. No caso dos dentes, foram geradas cinco tabelas contendo os resultados de distâncias máximas positiva, negativa e total, através de regressões lineares ajustada e não-ajustada.

A partir do mês de outubro de 2016 até a data da entrega do trabalho para a banca examinadora (20 de janeiro de 2017), os resultados, discussão e conclusões foram acrescentados ao trabalho, que foi redigido na forma de artigo respeitando as normas da revista *Journal of Prosthetic Dentistry*. Posteriormente, o mesmo foi inserido na dissertação, que foi escrita nas normas da UFPel de acordo com o indicado no capítulo: nível de descrição em artigos.

A defesa está agendada para às 14 horas do dia 20 de fevereiro de 2017 no auditório da pós-graduação localizado no quinto andar da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas.

4 Artigo

Influence of techniques and impression materials on the accuracy of working casts obtained for the confection of conventional and implant-supported fixed prosthesis *

Running title: 3-D precision of dental impressions

MSc Fernando Fernandes Vargas¹

MSc Bernardo Antônio Agostini²

PhD Aloísio Oro Spazzin³

PhD Mateus Bertolini Fernandes dos Santos¹

¹ Graduate Program in Dentistry, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil.

² Graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil.

³ Department of Prosthodontics and Dental Materials, Dental School, IMED, - Faculdade Meridional, Passo Fundo, RS, Brazil

Corresponding author:

Mateus Bertolini Fernandes dos Santos

School of Dentistry, Federal University of Pelotas, 457 Gonçalves Chaves, room 502, 96015-560, Pelotas, RS, Brazilmateusbertolini@yahoo.com.br

* Este capítulo foi redigido seguindo as normas do periódico *Journal of Prosthetic Dentistry*

ABSTRACT:

Statement of problem: According to the literature, all available impression materials on the market present dimensional changes after its polymerization. These dimensional changes can affect the precision of working casts and, consequently, the marginal fit of both conventional and implant-supported fixed partial dentures.

Purpose: The aim of this study was to investigate and compare, through the use of three-dimensional scanning and surface comparison software, the dimensional changes of working cast originated from different impression techniques and materials commonly used on the dental practice.

Material and Methods: A master cast containing a maxillary central incisor and a canine prepared to receive three-unit metal-free fixed partial dentures; another master cast was obtained using external hex implant analogues also simulating the space of a three-unit implant-supported fixed partial denture. Groups (n=5) were divided according to the impression technique (dual mixture, single impression and custom tray for teeth; and direct or indirect for implants), and material (polyvinyl siloxane, polydimethylsiloxane and polyether). Evaluation and comparison of the surfaces between master cast and specimens were performed with a fully automated optical structured-light scanner (S600 ARTI, Zirkonzahn) and specific software for 3D metrology (Geomagic Qualify 2013. 3D Systems, USA). The results obtained were submitted to statistical analysis as mean comparisons and linear regression ($\alpha=0.05$).

Results: No significant difference between the impression techniques for both teeth and implants-borne prostheses were found; however, in regard of impression materials, working casts obtained by polydimethylsiloxane impressions showed lower volumetric distortion than

casts obtained with other impression materials. However, the distortion values were very small and may not be clinically significant.

Conclusions: The impression technique did not influence the precision of master casts for both, tooth- and implant-borne, three-unit fixed partial dentures. Polydimethylsiloxane showed the lowest dimensional changes when compared to the master casts.

Clinical implications: Dentists could choose the technique and material used for fixed partial dentures impressions based on their own experience and preference since the variations found in this study were very small and might not influence clinically.

Keywords: impression technique; impression material; 3-D scanning. accuracy.

INTRODUCTION:

Dental impressions aim to transfer the clinical situation to the lab bench without distortion. To avoid an ill-fitted fixed prosthesis, the anatomical accidents and the details of the finish line of a prepared tooth must be copied with accuracy and distinctness.¹ Among others, the factors that influence the accuracy of an impression include preference for materials and the adopted techniques.² Regarding dental implants, the precision obtained during the transfer impression from its position in the mouth to a plaster cast is considered a critical step. An accurate impression will allow the correct fitting of the prosthesis. A distortion of the cast can cause an inadequate positioning of the dentures in the mouth affecting the contour and occlusal contacts.³ Moreover, in cases of multiple implant prostheses the distortion of the casts may cause misfit and exaggerated stress in the prosthetic components and peri-implant bone,^{4, 5} which could influence the long-term success of the rehabilitation.

Nowadays, the most used materials for fixed prosthodontics are polyvinyl siloxane, polydimethylsiloxane and polyether. Although these materials present some differences in regard to pricing and properties, all of them are considered to have adequate working time, tear resistance, good pre-dam flow, detailed reproduction, high flexibility and short-term dimensional stability.¹

It is important to remember that not all materials belonging to the same class have the same qualities. The polyvinyl siloxane has an increased hydrophilic property which provides an exceptional subgingival impression.²⁴ On the other hand, polydimethylsiloxane has a hydrophobic property, which can compromise the impression performance. In the polyvinyl siloxane polymerization the reactants are added, without loss of matter, thus having the monomer and polymer the same composition. The polydimethylsiloxane polymerization consists of the formation of a macromolecule from monomers that react with each other eliminating water or other small molecules.¹ It requires a well-controlled technique, since its main disadvantage is the formation of sub-products after the polymerization reaction, such as alcohol ethyl. The release of this alcohol and subsequently its evaporation cause the volumetric contraction of the impression providing a low dimensional stability.²

According to Caputi,⁶ in order to make conventional fixed prostheses, the single impression technique can be used, where putty and light-bodied material are handled simultaneously and the impression occurs in a single step. Another technique, the double impression technique, is made by making an impression with the putty, relief on retentive regions, and then corrective, or washing, impression with a light-bodied material.⁷

In the case of implant impressions, closed trays allow the analog to be screwed outside the impression, allowing better visualization of the components. However, the repositioning of the impression posts in the impression may cause a positioning change inside the

impression material before the cast is poured. The open tray technique, in a certain way, guarantees the correct positioning of the analog, since the impression post is removed together with the impression, avoiding the repositioning step.⁸ In addition, we must consider the need to build custom trays or adapt a plastic stock tray to perform the open tray, while the closed tray technique could be made with any stock tray.^{9, 10}

Intra-oral scanning is becoming more common nowadays and will probably substitute the conventional dental impression. However, the use of traditional impressions will remain the gold standard until digital impression-making becomes a more common and cost effective procedure.² Also, LASER or contact scanners could be used for CAD/CAM systems to acquire three-dimensional (3-D) images of plaster casts made by conventional impressions and to analyse three-dimensional deformations. These instruments provide numerical data, which evaluate the three-dimensional deformation as a whole. In addition, it's more precise in its results and can detect relevant changes to the day-to-day clinical.¹¹

Based on the abovementioned, this study aims to investigate and compare the three-dimensional changes resulted from impression procedures using different impression materials and techniques. Our null hypothesis was that there no significant difference in dimensional changes between the working casts will be observed when different impression materials and techniques were compared.

MATERIALS AND METHODS:

Sample Size Calculation

The sample size was calculated using a data analysis software (SigmaPlot v11.0; Systat Software) based on a previous study¹² that found a distortion average of 11 microns, 3 microns of standard deviation, and 80% desired power and 95% significance were chosen,

resulting in the number of three specimens per group. However, in order to strengthen the results of the present study, five specimens per group were obtained.

Master Casts For Conventional Fixed Partial Dentures

A master cast containing a maxillary central incisor and a canine was prepared to receive a metal-free three-unit fixed partial denture. On both elements, the preparation was made following the recommendations of prosthodontics textbook:¹³ Drillings were made with 0.7 mm in the cervical portion, 1.2 mm in the vestibular region, 2.0 mm in the incisal portion, 0.6 mm in the lingual portion and 0.5 mm in the finish line region. To assure these measures, 1014, 3216, 3070 and 3128 drills were used as guides, since its diameters correspond to these dimensions.

Master Casts for Implant-supported Prosthesis

The implant-supported prosthesis master cast was made using external hex implant analogues (Análogo em titânio do implante 4.1, Neodent, Brazil). The analogues were positioned perpendicularly to the ground, in the region corresponding to a superior central incisor and canine, with the use of a paralellometer.

Division of groups

The groups were divided by impression technique and material used. The distribution of the groups is presented below.

Table 1 – Division of groups.

		Technique	Impression Material	
Teeth	G1	Dual mixture	Polydimethylsiloxane	DmPds

	G2	Single impression	Polydimethylsiloxane	SiPds
	G3	Dual mixture	Polyvinyl siloxane	DmPvs
	G4	Single impression	Polyvinyl siloxane	SiPvs
	G5	Custom tray	Polyether	CtPe
Implants	G6	Closed tray – Dual mixture	Polydimethylsiloxane	CIDmPds
	G7	Closed Tray – Single impression	Polydimethylsiloxane	CISiPds
	G8	Closed tray – Dual mixture	Polyvinyl siloxane	CIDmPvs
	G9	Closed tray – Single impression	Polyvinyl siloxane	CISiPvs
	G10	Open tray – Non-splinted posts	Polyvinyl siloxane	OtNsPvs
	G11	Open tray – Non-splinted posts	Polyether	OtNsPe
	G12	Open tray – Non-splinted posts	Polydimethylsiloxane	OtNsPds
	G13	Open tray – Splinted posts	Polyvinyl siloxane	OtSPvs
	G14	Open tray – Splinted posts	Polydimethylsiloxane	OtSPds
	G15	Open tray – Splinted posts	Polyether	OtSPe

Materials manipulation

All materials were prepared according the orientation of use from its manufacturers.

Table 2 presents these specifications.

Table 2 – Proportion and manipulation of impression materials according to the manufacturers.

Material	Heavy Bodied Paste			Light Bodied Paste			Final Impression
	Base	Catalyst	Manipulation Time/First	Base	Catalyst	Manipulation Time	

Impression*							
Polydimethylsiloxane							
(Optosil/Xantopren; Heraeus Kulzer)	21,4g	9cm	20s/2min	10cm	10cm	10s	4min
Polyvinyl Siloxane							
(Scan Putty; Yllor)	10,1g	10g	30s/2min	9cm	-	-	1min
Polyether (Impregum							
Soft; 3M ESPE)	-	-	-	12cm	12cm	45s	5min

*For the double-impression techniques

Tooth impression techniques

Single impression technique

The putty material was handled and inserted into the tray. Thereafter, the light-bodied material was handled and applied on the prepared teeth and over the putty. The impression was made in one step.²

Double-impression technique

The putty was handled and a previous impression was made. After the polymerization, a relief was made on retentive regions and 2mm around each prepared teeth. The light-bodied material was injected on the prepared teeth and inside the putty material with the aid of a syringe. The tray was repositioned on the master cast for the second impression.⁷

Custom tray technique

An impression of the master cast was made with irreversible hydrocolloid and poured with a type II plaster. A wax relief (except at the cervical region) was performed. The cast was then isolated with sodium alginate and a custom tray was made using self-cured acrylic resin (2mm thickness). The finish line was delimited with a pencil and the excess removed with drills. Two custom trays were made (one for each tooth) and splinted with acrylic resin. For standardization, the same custom trays were used in all impressions.

The material was manipulated, inserted into the custom trays and positioned over the prepared teeth for 5 minutes. Irreversible hydrocolloid (Hydrogum 5; Zhermack SpA, Italy) was handled according the manufacturer's orientation and inserted into a metallic tray in order to capture the custom tray, which was removed after its geleification.

Implant impression technique

Direct technique / Open tray

Open tray impression posts with long fixing screws that were screwed in the master cast and the custom tray was adapted. The material of choice was handled, inserted into the tray and the impression was performed. The impression posts were released by removing the screws, allowing the full set to be removed together with the tray. After removing the tray, the implant analogue was attached and screwed on the impression post.¹⁴ To evaluate the accuracy of the obtained specimen, the direct technique had two subgroups: one containing impression posts splinted with metal bars and acrylic resin and the other without splinting the impression posts.³

Indirect technique / Closed tray

In the indirect technique, conic impression posts were used. The impression posts were screwed to the master cast, the impression was performed and, after polymerization of the material, the impression was removed, the impression posts were removed from the master cast and afterwards they were screwed to the analogues and then positioned in the impression respecting its previous place.³ Both single impression and double impression techniques were used in the closed tray technique.

For the standardization of pressure on the materials during impression, a silicone base was made to ensure that the tray stops in the same height during all procedures until full polymerization of the material.

Casts pouring

All models were poured in special type IV gypsum (New GC Corporation's Fujirock). For standardization, a half measure of powder (50g) was mixed in a half measure of water (10ml) for 1 minute (15 seconds manually and 45 seconds in vacuum spreader). The plaster models were obtained respecting the recommended time for each impression material. In the case of polyether and polydimethylsiloxane, the pouring was made immediately after de impression and, since the polyvinyl siloxane releases hydrogen during the first hour after its polymerization, the plaster was poured 1 hour after the impression was made.¹¹ Each model was trimmed, labeled and left to dry for at least 24 hours before scanning.

All the procedures were made by the same operator, since manipulation of materials to the casts pouring.

3-D Model Scanning

A base for supporting and positioning of the models was made. The models were fixed to the scanner table to ensure the similar positioning of all. A fully automated optical structured-light scanner (S600 ARTI, Zirkonzahn, Italy) was used to record the surface topography in user customized settings. According to the manufacturer, the accuracy of this scanner model is $\geq 10\mu\text{m}$ and the set can be rotated 360° and tilted up to 100° .

The scanner recorded sequential profiles of the specimens, which produced more than two million individual points for each object. Those points were triangulated to obtain a 3-D polygonal mesh. The scanner was connected to a computer equipped with specialized software and all specimens were scanned using the same protocol and saved in STL format to allow import into the software for dimensional change assessment. The implant models were scanned with their impression posts screwed for a more accurate analysis later.

Dimensional change assessment

The comparison between surfaces of each model with the master model was performed with the Geomagic Qualify v.13 (Geomagic Inc., USA) software inspection tool. To do this, the '*.stl' files from the three-dimensional scan were imported to the software. All points measured outside the region of interest were excluded. After this step, an alignment was made for each model to leave them in the same coordinates in the virtual space of the software and to allow 3-D comparisons among them.

In the case of teeth, the obtained models were positioned over the master cast and the program compared the topography of both, resulting in quantitative and qualitative data. For the qualitative results, the software generated figures with variable color gradients according verified dimensional changes. The qualitative analysis informed in millimeters the amount of

dimensional change verified in certain regions of the specimens. The mean values of dimensional change were used for statistical analysis between groups. For implant specimens, the program's ruler tool measured the distance between the analogues. A second analysis for these specimens was made using the software Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems Incorporated, Inc. USA), where the buccolingual and the mesiodistal inclinations of each impression post were measured and compared to the master cast.

Statistical analysis

Statistical analysis were performed using STATA 12.0 software (Stata Corporation, College Station, TX, USA). Different dimensional changes, as maximum positive and negative distances and distance between impression posts of each group from the master were used as the dependent variables. Material, techniques and the groups formed by this two, were considered independent variables. Variance-based analysis (ANOVA) with Tukey's post-hoc test was made to determine the significant differences between groups. Statistical significance was inferred when the P value is equal to or less than 0.05.

RESULTS:

Tooth impression techniques

No statistically significant difference was found when the impression techniques used for tooth-borne prostheses were compared. However, in regard to the impression material, the polydimethylsiloxane presented lower changes compared to the other groups. Table 3 presents the comparison between groups of the mean maximum positive distance (expansion of the cast), mean of maximum negative distance (shrinkage of the cast) and mean of maximum total distance (total distortion despite if its shrinkage or expansion, calculated based on the square

root of the sum of squares of distances). A major expansion was found on custom tray technique using polyether group (0,298mm). A higher degree of shrinkage and total distortion was found on single impression technique using polyvinyl siloxane group (-0,430mm; 0.489mm) (Figure 1).

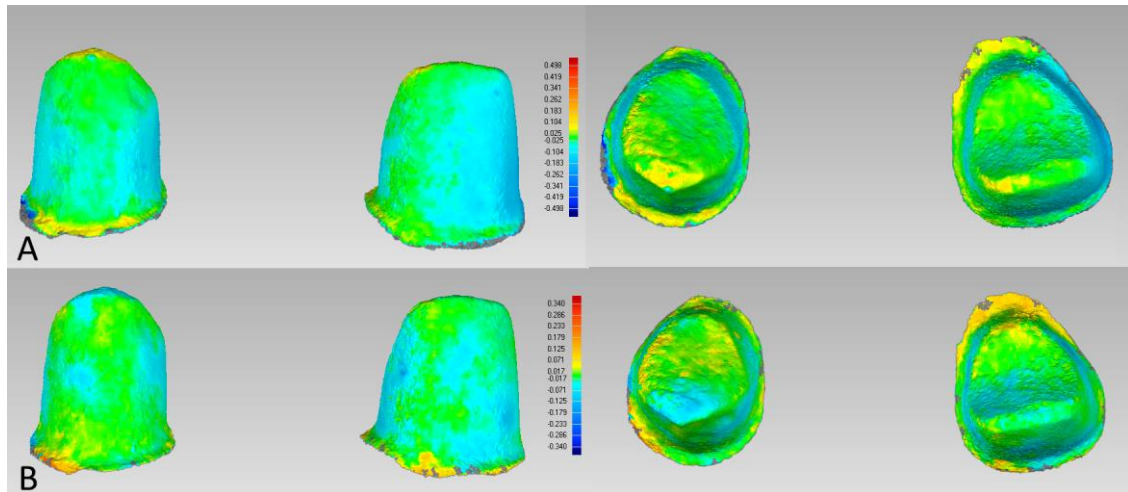


Figure 1 – **A**, Specimen from group 5, which presented the highest averages of negative dimensional changes (shrinkage). **B**, Specimen from group 4, which presented the highest averages of positive dimensional changes (expansion). The dimensional changes are presented in a color-coded graduation according to the presented scales in millimeters (mm).

Table 3 – Maximum distances (millimeters) and respective standard deviations between master cast and specimens from different groups.

Groups [#]	Mean of maximum positive distance (SD)	Mean of maximum negative distance (SD)	Mean of maximum total distance (SD)**
DmPds	0,145(0,031) ^A	- 0,174(0,044) ^A	0.227(0.049) ^A
SiPds	0,193(0,057) ^{AB}	- 0,299(0,109) ^{AB}	0.358(0.115) ^{AB}

DmPvs	0,254(0,073) ^{BC}	- 0,345(0,058) ^{BC}	0.436(0.031) ^B
SiPvs	0,230(0,059) ^{ABC}	- 0,430(0,061) ^B	0.489(0.078) ^B
CtPe	0,298(0,025) ^C	-0,279(0,067) ^{AC}	0.411(0.049) ^B

* Different letters mean statistically significant differences according to Tukey's post-hoc test.

** Calculated by the sum of square root values from maximum positive and negative distances.

Table 4 present the analyses of influence of the techniques and materials separately, where it is possible to observe that polydimethylsiloxane showed statistically significant better performance than the other materials, whereas the techniques presented similar results.

Table 4 – Influence of the technique and impression material on the maximum distance between groups and master cast. Non-adjusted linear regression.

	Non-adjusted β (IC 95%)		
	Maximum total distance*	Maximum positive distance*	Maximum negative distance*
Material			
Master cast	<i>Reference</i>	<i>Reference</i>	<i>Reference</i>
Polydimethylsiloxane	0.29(0.11 – 0.47) ^A	0.16(0.05 – 0.28) ^A	-0.24(-0.42 - -0.05) ^A
Polyvinyl siloxane	0.46(0.28 – 0.64) ^B	0.24(0.12 – 0.36) ^B	-0.39(-0.57 - -0.20) ^B
Poliether	0.41(0.22 – 0.60) ^B	0.30(0.18 – 0.42) ^B	-0.28(-0.47 - -0.09) ^A
Technique			
Master cast	<i>Reference</i>	<i>Reference</i>	<i>Reference</i>
Dual mixture	0.33(0.10 – 0.56) ^C	0.20(0.06 – 0.34) ^C	-0.26(-0.47 - -0.04) ^C
Single impression	0.42(0.19 – 0.66) ^D	0.21(0.07 – 0.35) ^C	-0.36(-0.58 - -0.15) ^C
Custom tray	0.41(0.17 – 0.65) ^C	0.30(0.15 – 0.44) ^D	-0.28(-0.50 - -0.05) ^C

* Different letters mean statistically significant differences according to Tukey's post-hoc test.

In the Table 5, the influence of material and technique were analysed by a linear regression. After the adjustment, the technique did not presented statistical differences; however, the results of total distance between groups and the master cast were influenced by the impression material. The casts presented an expansion of 0.09mm between the materials.

Table 5 – Influence of the technique and impression material on the maximum total distance between groups and the master cast. Adjusted and non-adjusted linear regression.

<i>Variables</i>	Non-adjusted β (IC 95%)*	Adjusted β (IC 95%)*	R^2
<i>Material</i>	0.10(0.05 – 0.15) ^A	0.09(0.01 - 0.17) ^A	0.39
<i>Technique</i>	0.08(0.02 – 0.14) ^A	0.01(-0.06 – 0.09) ^B	

* Different letters mean statistically significant differences according to Tukey's post-hoc test.

Implant impression technique

No statistically significant difference was found between the techniques and materials. However, some groups had a greater distortion than others. The major distance between impression post was found on OtSPe group (20.668mm) and the shortest distance was found on ClSiPvs group (19.838mm). In regard to impression post inclination, a higher mean mesiodistal inclination was found on ClSiPds and OtNsPvs groups (both 2.69°) and the higher mean buccolingual inclination was found on ClDmPvs group (2.31°) (Figure 2). All data regarding implant impression groups is presented on Table 6.

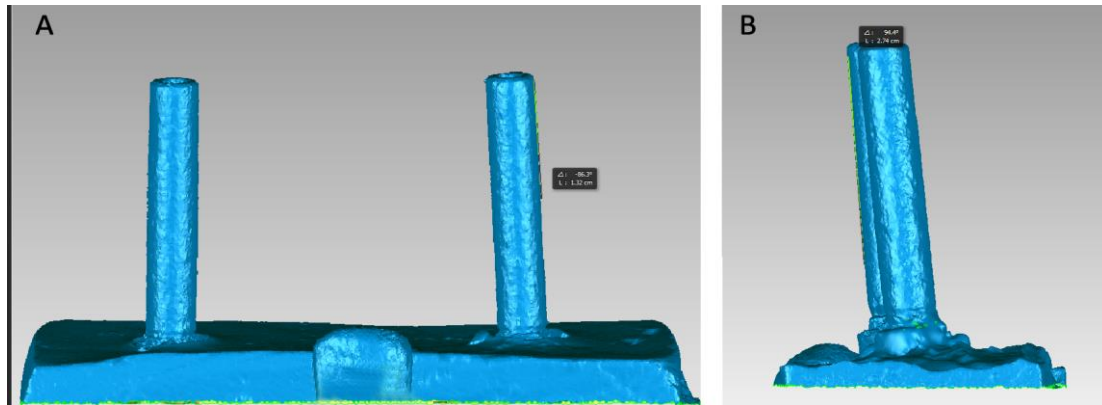


Figure 2 – **A**, Specimen from ClSiPvs group, which presented the highest mesiodistal inclination of the distal impression post. **B**, Specimen from OtNsPvs group, which presented the highest buccolingual inclination of the distal impression post.

Table 6 – Mean values and respective standard deviation patterns from the distance between impression posts (micrometers) and total differences on buccolingual and mesio-distal inclinations, according each technique and impression material.

Groups	Distance between transfers (SD)**	Difference on buccolingual inclination (SD)	Difference on mesio-distal inclination (SD)
*Master cast	20.323	0	0
CIDmPds	20.385,6(358,25)	1,86(0.64)	1.47(0.77)
ClSiPds	20.375,6(92,58)	1.98(1.94)	2.69(0.96)
CIDmPvs	19.896,8(531,73) ^{AB}	2.31(1.04)	2.35(1.57)
ClSiPvs	19.838,4(540,10) ^{CD}	1.69(0.95)	1.82(0.95)
OtNsPvs	20.602,0(211,47) ^{AC}	2.13(1.35)	2.69(1.43)
OtNsPe	20.029,8(56,29) ^F	0.90(0.37)	1.22(0.83)
OtNsPds	19.950,4(71,00) ^E	1.77(0.51)	1.72(0.59)
OtSPvs	20.342,4(162,50)	1.67(0.99)	1.47(0.67)
OtSPds	19.986,0(99,87)	1.55(0.58)	1.01(0.53)
OtSPe	20.668,6(126,49) ^{BDEF}	1.86(0.87)	1.77(0.30)

* Reference value.

** Same letters mean statistically significant differences between groups according to Tukey's post-hoc test. Absence of letter mean no statistically significant differences between groups according to Tukey's post-hoc test.

DISCUSSION

Passive fit is extremely important and should be pursued throughout the treatment, since its absence can cause complications in biological tissues, such as bone resorption, or mechanical failure of the prosthesis and implant systems, such as loosening or fracture of the screws, and fractures of the implant or bar framework.^{4,5} In the case of teeth-supported fixed prosthesis, passive insertion is indispensable because, without it, the framework would have to be abraded in order to descend passively until the cervical margin. This action may affect the framework and compromise its longevity.¹⁵ Loose framework or premature occlusal contacts may cause tissue and articular diseases such as bone resorption and TMD. In a long-term process, the cost of treatment will increase and the quality of life of the patient will decrease.⁷ Also, the misfit associated with tilted implants could affect lead to an unfavourable biomechanical situation, amplifying the stresses in the components and tissues, which could result in peri-implant bone resorption or failure of the prosthetic components.¹⁶ The present study assessed the inclination changes of impression posts when different impression materials and techniques are used for three-unit implant-supported prostheses; however, no difference was observed among the groups. According to the presented results, casts obtained by polydimethylsiloxane impressions showed better results (lower dimensional changes) compared to casts obtained by other impression materials. As said before, the polyvinyl siloxane has an increased hydrophilic property which provides an exceptional subgingival impression.²⁴ On the other hand, polydimethylsiloxane has a hydrophobic property, which can compromise the impression performance.¹ Our findings may be related to the fact that the impressions were made under a dry environment, which does not represent the clinical

situation. The results found were in contrast with a previous study performed in a master cast containing three implant analogs that did not found statistical differences when comparing different impression materials (irreversible hydrocolloid and polyvinyl siloxane) when the posts were splinted. With non-splinted posts, polyvinyl siloxane shows significant less distortion.¹⁷ On the other hand, another studies concluded that when posts are not splinted polyether better performance than polyvinyl siloxane, probably due to its stiffness^{8, 18, 19} while another studies elected polyvinyl siloxane as the material of choice due to its simplicity of use, as it is a ready-to-use material, very rapid polymerization and availability in a range of viscosities.²⁰⁻²³ It is important to state that, even with all these discrepancies in the literature, the distortion values were very small and may not be clinically significant. In the present study all materials presented an overall expansion of the casts, which represents a better outcome than its shrinkage, since a slightly bigger prosthetic framework will fit the preps while a slightly smaller framework would not settle during clinical evaluation of adaptation.⁵

Nevertheless, Rudolph *et al.*¹ affirmed that the method of choice have a major influence on the achievable precision of the working cast. In their study the two step technique showed worse results when compared to the single impression, the authors justified their results by the need of tray repositioning with the light-bodied material that may cause certain distortion, which cannot be compensated by the materials ability for elastic recovery. Moreover, Caputi⁶ and Levartovsky²⁴ showed different results in terms of accuracy and similar results for clinical performance between 1-step- 2-viscosity impression technique and 2-step 2-viscosity impression techniques. Mann *et al.*,⁷ found that the two step method reproduced 92.3% of the prepared area of a tooth, which was considered a good-to-excellent reproduction rate. The present study found that the technique had no influence on dimensional changes of the casts.

In regard to implant impression, the present study found no statistical difference between open and closed tray techniques, which is in agreement with previous studies.^{20, 25-27} In a recent systematic review, Moreira *et al.*³ found that for three or less implants, there was no significant difference between open or closed tray techniques; however this difference occurs when four or more implants are used, favouring the open tray technique. Although, the majority of the studies indicates the use of the open tray technique when four or more implants are involved; two included studies showed no differences between techniques; and from all the 14 included studies, none advocated the use of closed tray technique (indirect).

In regard to splinting of the impression posts, a big controversy is observed in the literature. Although some authors indicate the non-splinted technique as better,²⁸ other studies showed that impressions using splinted posts lead to lower dimensional changes.^{29, 30} This controversy is still observed when we take a look on the top of the pyramid of evidence studies regarding this topic. Two recent systematic reviews^{3, 10} presented contrary results regarding such topic, Stimmelmayer *et al.*¹⁰ listed various studies that did not find neither of the two techniques to be superior when less of three implants were used. However, when the prosthesis was supported by four or more implants, the splinted technique showed significant less distortion. On the other hand, Moreira *et al.*³ verified that all articles pointed that the splinted technique was more accurate. A possible explanation regarding those results is related to the number of implants and the distance between them.²⁵ Lee *et al.*²⁷ referred to similar results in situations of up-to three implants and the technique using splinted impression posts and open trays was reported to be the most accurate technique to transfer the clinical implant position to a plaster cast for situations with more than three implants. Our study is in agreement with such study since no difference was found for splinted and non-splinted techniques for three-unit implant-supported fixed partial dentures with two implants;

however, such results should be interpreted with caution when the number of implants and the distance among implants are greater.

We must consider that this is an *in vitro* study and some variables could not be taken on count. Thus, the results might not often reflect the clinical reality. Those variables may have an influence on the final cast, so a randomized clinical trial could be designed to test this hypothesis. However, randomized clinical trials are expensive and sometimes hard to be avoid influence of other variables that were standardized in the present study such as tray dimensions, applied pressure, a master cast to be considered as the control.

CONCLUSIONS:

Within the limitations of the present study, it is possible to conclude that:

- All the specimens were submitted to a strict standardization.
- Polydimethylsiloxane was statistically more accurate than other materials.
- No significant differences were found between tooth impression techniques.
- No significant differences were found between implant impression techniques.

REFERENCES:

1. Rudolph H, Graf MR, Kuhn K, Rupf-Kohler S, Eirich A, Edelmann C, et al. Performance of dental impression materials: Benchmarking of materials and techniques by three-dimensional analysis. *Dent Mater J.* 2015;34(5):572-84.
2. Dogan S, Schwedhelm ER, Heindl H, Mancl L, Raigrodski AJ. Clinical efficacy of polyvinyl siloxane impression materials using the one-step two-viscosity impression technique. *J Prosthet Dent.* 2015;114(2):217-22.
3. Moreira AH, Rodrigues NF, Pinho AC, Fonseca JC, Vilaca JL. Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17 Suppl 2:e751-64.
4. Bacchi A, Consani RL, Mesquita MF, Dos Santos MB. Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element analysis. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(5):1243-9.
5. Spazzin AO, Dos Santos MB, Sobrinho LC, Consani RL, Mesquita MF. Effects of horizontal misfit and bar framework material on the stress distribution of an overdenture-retaining bar system: a 3D finite element analysis. *J Prosthodont.* 2011;20(7):517-22.
6. Caputi S, Varvara G. Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophase, one-step and two-step, and a novel two-step putty/light-body impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2008;99(4):274-81.
7. Mann K, Davids A, Range U, Richter G, Boening K, Reitemeier B. Experimental study on the use of spacer foils in two-step putty and wash impression procedures using silicone impression materials. *J Prosthet Dent.* 2015;113(4):316-22.

8. Gallucci GO, Papaspyridakos P, Ashy LM, Kim GE, Brady NJ, Weber HP. Clinical accuracy outcomes of closed-tray and open-tray implant impression techniques for partially edentulous patients. *Int J Prosthodont.* 2011;24(5):469-72.
9. Ebadian B, Rismanchian M, Dastgheib B, Bajoghli F. Effect of different impression materials and techniques on the dimensional accuracy of implant definitive casts. *Dent Res J (Isfahan).* 2015;12(2):136-43.
10. Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D, Guth JF. Implant Impression Techniques for the Edentulous Jaw: A Summary of Three Studies. *J Prosthodont.* 2016;25(2):146-50.
11. Artopoulos A, Juszczak AS, Rodriguez JM, Clark RK, Radford DR. Three-dimensional processing deformation of three denture base materials. *J Prosthet Dent.* 2013;110(6):481-7.
12. Cho SH, Schaefer O, Thompson GA, Guentsch A. Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods. *J Prosthet Dent.* 2015;113(4):310-5.
13. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics 4th Edition.*: Elsevier; 2006.
14. Kim JH, Kim KR, Kim S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2015;114(2):185-92 e1.
15. Patel DR, O'Brien T, Petrie A, Petridis H. A systematic review of outcome measurements and quality of studies evaluating fixed tooth-supported restorations. *J Prosthodont.* 2014;23(6):421-33.
16. Caetano CR, Mesquita MF, Consani RL, Correr-Sobrinho L, Dos Santos MB. Overdenture retaining bar stress distribution: a finite-element analysis. *Acta Odontol Scand.* 2015;73(4):274-9.

17. Yamamoto E, Marotti J, de Campos TT, Neto PT. Accuracy of four transfer impression techniques for dental implants: a scanning electron microscopic analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(6):1115-24.
18. Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(6):676-81.
19. Del'Acqua MA, Chavez AM, Amaral AL, Compagnoni MA, Mollo Fde A, Jr. Comparison of impression techniques and materials for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25(4):771-6.
20. Aguilar ML, Elias A, Vizcarrondo CE, Psoter WJ. Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *J Prosthet Dent*. 2010;103(4):202-9.
21. Jo SH, Kim KI, Seo JM, Song KY, Park JM, Ahn SG. Effect of impression coping and implant angulation on the accuracy of implant impressions: an in vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2010;2(4):128-33.
22. Howell KJ, McGlumphy EA, Drago C, Knapik G. Comparison of the accuracy of Biomet 3i Encode Robocast Technology and conventional implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(1):228-40.
23. Eliasson A, Ortorp A. The accuracy of an implant impression technique using digitally coded healing abutments. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14 Suppl 1:e30-8.
24. Levartovsky S, Zalis M, Pilo R, Harel N, Ganor Y, Brosh T. The effect of one-step vs. two-step impression techniques on long-term accuracy and dimensional stability when the finish line is within the gingival sulcular area. *J Prosthodont*. 2014;23(2):124-33.

25. Sorrentino R, Gherlone EF, Calesini G, Zarone F. Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: an in vitro comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2010;12 Suppl 1:e63-76.
26. Fernandez MA, Paez de Mendoza CY, Platt JA, Levon JA, Hovijitra ST, Nimmo A. A comparative study of the accuracy between plastic and metal impression transfer copings for implant restorations. *J Prosthodont.* 2013;22(5):367-76.
27. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):111-5.
28. Conrad HJ, Pesun IJ, DeLong R, Hodges JS. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6):349-56.
29. Cabral LM, Guedes CG. Comparative analysis of 4 impression techniques for implants. *Implant Dent.* 2007;16(2):187-94.
30. Daoudi MF, Setchell DJ, Searson LJ. An evaluation of three implant level impression techniques for single tooth implant. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2004;12(1):9-14.

5 Considerações Finais

Apesar do avanço na área de moldagem com *scanner* intraoral, essa técnica ainda não é uma realidade para grande parte dos cirurgiões-dentistas. Portanto, estudos como esse se fazem necessários para facilitar a tomada de decisão em determinadas situações. Porém, é importante lembrar que os estudos *in vitro* não consideram algumas variáveis clínicas que podem vir a influenciar no resultado final. Esse estudo focou no desempenho de cada material e técnica e, baseado nos resultados, pôde-se concluir que:

- Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de moldagem tanto para modelos de trabalho de próteses sobre dentes quanto sobre implantes;
- Os modelos de trabalho obtidos à partir de moldagens com silicone de condensação apresentaram menor distorção que modelos obtidos com os demais materiais.
- Os valores de variação entre todos os grupos foram bastante pequenos e talvez não apresentem significância clínica. Desta maneira, o cirurgião-dentista pode escolher a técnica e o material que considera mais apto a utilizar em moldagens para próteses fixas, tanto sobre dentes quanto sobre implantes.

6 Referências Bibliográficas

AGUILAR, M. L.; ELIAS, A.; VIZCARRONDO, C. E.; PSOTER, W. J. Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.103, n. 4, p. 202-9, 2010.

ARTOPOULOS, A.; JUSZCZYK, A. S.; RODRIGUEZ, J. M.; CLARK, R. K.; et al. Three-dimensional processing deformation of three denture base materials. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.110, n. 6, p. 481-7, 2013.

BACCHI, A.; CONSANI, R. L.; MESQUITA, M. F.; DOS SANTOS, M. B. Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element analysis. **Competência:** Acta Odontologica Scandinavica Journal, v.71, n. 5, p. 1243-9, 2013.

BROWN, A. **McCracken:** Prótese parcial removível. 12.ed. Rio de Janeiro:Elsevier, 2011. 400 p.

CABRAL, L. M.; GUEDES, C. G. Comparative analysis of 4 impression techniques for implants. **Competência:** Implant Dentistry, v.16, n. 2, p. 187-94, 2007.

CAETANO, C. R.; MESQUITA, M. F.; CONSANI, R. L.; CORRER-SOBRINHO, L.; et al. Overdenture retaining bar stress distribution: a finite-element analysis. **Competência:** Acta Odontologica Scandinavica Journal, v.73, n. 4, p. 274-9, 2015.

CAPUTI, S.; VARVARA, G. Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophasic, one-step and two-step, and a novel two-step putty/light-body impression technique: an in vitro study. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.99, n. 4, p. 274-81, 2008.

CHO, S. H.; SCHAEFER, O.; THOMPSON, G. A.; GUENTSCH, A. Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods.

Competência: Journal of Prosthetic Dentistry, v.113, n. 4, p. 310-5, 2015.

CONRAD, H. J.; PESUN, I. J.; DELONG, R.; HODGES, J.S. Accuracy of two impression techniques with angulated implants. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.97, n. 6, p. 349-56, 2007.

DAOUDI, M. F.; SETCHELL, D. J.; SEARSON, L. J. An evaluation of three implant level impression techniques for single tooth implant. **Competência:** European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry, v.12, n. 1, p. 9-14, 2004.

DEL'ACQUA, M. A.; CHAVEZ, A. M.; AMARAL, A. L.; COMPAGNONI, M. A.; et al. Comparison of impression techniques and materials for an implant-supported prosthesis. **Competência:** International Journal of Oral Maxillofacial Implants, v.25, n. 4, p. 771-6, 2010.

DOGAN, S.; SCHWEDHELM, E. R.; HEINDL, H.; MANCL, L.; et al. Clinical efficacy of polyvinyl siloxane impression materials using the one-step two-viscosity impression technique. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.114, n. 2, p. 217-22, 2015.

EBADIAN, B.; RISMANCHIAN, M.; DASTGHEIB, B; BAJOGHLI, F. Effect of different impression materials and techniques on the dimensional accuracy of implant definitive casts. **Competência:** Dental Research Journal (Isfahan), v.12, n. 2, p. 136-43, 2015.

ELIASSON, A.; ORTORP, A. The accuracy of an implant impression technique using digitally coded healing abutments. **Competência:** Clinical Implant Dentistry and Related Research, v.14, n. 1, p. 30-8, 2012.

FERNANDEZ, M. A.; PAEZ DE MENDOZA, C. Y.; PLATT, J. A.; LEVON, J. A.; et al. A comparative study of the accuracy between plastic and metal impression transfer copings for implant restorations. **Competência:** Journal of Prosthodontics, v.22, p. 367-76, 2013.

GALLUCCI, G. O.; PAPASPYRIDAKOS, P.; ASHY, L. M.; KIM, G. E. Clinical accuracy outcomes of closed-tray and open-tray implant impression techniques for partially edentulous patients. **Competência:** International Journal of Prosthodontics, v.24, p. 469-72, 2011.

HOWELL, K. J.; MCGLUMPHY, E. A.; DRAGO, C.; KNAPIK, G. Comparison of the accuracy of Biomet 3i Encode Robocast Technology and conventional implant impression techniques. **Competência:** International Journal of Oral Maxillofacial Implants, v.28, p. 228-40, 2013.

JO, S. H.; KIM, K. I.; SEO, J. M.; SONG, K. Y.; et al. Effect of impression coping and implant angulation on the accuracy of implant impressions: an in vitro study. **Competência:** Journal Advanced Prosthodontics, v.2, p. 128-33, 2010.

KIM, J. H.; KIM, K. R.; KIM, S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A systematic review. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.114, p. 185-92, 2015.

LEE, S. J.; GALLUCCI, G. O. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. **Competência:** Clinical Oral Implants Research, v.24, p. 111-5, 2013.

LEVARTOVSKY, S.; ZALIS, M.; PILO, R.; HAREL, N.; et al. The effect of one-step vs. two-step impression techniques on long-term accuracy and dimensional stability when the finish line is within the gingival sulcular area. **Competência:** Journal of Prosthodontics, v.23, p. 124-33, 2014.

MANN, K.; DAVIDS, A.; RANGE, U.; RICHTER, G.; et al. Experimental study on the use of spacer foils in two-step putty and wash impression procedures using silicone impression materials. **Competência:** Journal of Prosthetic Dentistry, v.113, p. 316-22, 2015.

MEZZOMO, E. **Reabilitação oral contemporânea:** Reabilitação oral contemporânea. 1.ed. Rio de Janeiro:S. editora, 2006. 871p.

MOREIRA, A. H.; RODRIGUES, N. F.; PINHO, A. C.; FONSECA, J. C.; et al. Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. **Competência:** Clinical Implant Dentistry and Related Research, v.17, p. 751-64, 2015.

PAPASPYRIDAKOS, P.; BENIC, G. I.; HOGSETT, V. L.; WHITE, G. S.; et al. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. **Competência:** Clinical Oral Implants Research, v.23, p. 676-81, 2012.

PATEL, D. R.; O'BRIEN, T.; PETRIE, A; PETRIDIS, H. A systematic review of outcome measurements and quality of studies evaluating fixed tooth-supported restorations. **Competência:** Journal of Prosthodontics, v.23, p. 421-33, 2014.

PIERALINI, A. R. F.; LAZARIN, A. A.; SEGALLA, J. C. M.; SILVA, R. H. B. T.; et al. Técnica de moldagem para implante. **Competência:** Salusvita, v.27, p.309-18, 2008.

ROSENSTIEL, S. F.; LAND, M. F.; FUJIMOTO, J. **Contemporary Fixed Prosthodontics.** 4th Edition: Elsevier; 2006.

RUDOLPH, H.; GRAF, M. R.; KUHN, K.; RUPF-KOHLER, S.; et al. Performance of dental impression materials: Benchmarking of materials and techniques by three-dimensional analysis. **Competência:** Dental Materials Journal, v.34, p. 572-84, 2015.

SILVA, M. M.; MIMA, E. G. O.; DELACQUA, M. A.; SEGALLA, J. C. M.; et al. Técnicas de moldagem em prótese sobre implantes. **Competência:** Revista de Odontologia da UNESP, v.37, p. 301-8, 2008.

SORRENTINO, R.; GHERLONE, E. F.; CALESINI, G.; ZARONE, F. Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions: an in vitro comparative study. **Competência:** Clinical Implant Dentistry and Related Research, v.12, p. 63-76, 2010.

SPAZZIN, A. O.; DOS SANTOS, M. B.; SOBRINHO, L. C.; CONSANI, R. L.; et al. Effects of horizontal misfit and bar framework material on the stress distribution of an overdenture-retaining bar system: a 3D finite element analysis. **Competência:** Journal of Prosthodontics, v.20, p. 517-22, 2011.

STIMMELMAYR, M.; BEUER, F.; EDELHOFF, D.; GUTH, J. F. Implant Impression Techniques for the Edentulous Jaw: A Summary of Three Studies. **Competência:** Journal of Prosthodontics, v.25, p 146-50, 2015.

YAMAMOTO, E.; MAROTTI, J.; DE CAMPOS, T. T.; NETO, P. T. Accuracy of four transfer impression techniques for dental implants: a scanning electron microscopic analysis. **Competência:** International Journal of Oral Maxillofacial Implants, v.25, p. 1115-24, 2010.