



Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Faculdade de Odontologia



Fábio Henrique de Paulo Costa Santos

Influência do número e posicionamento de transferentes de
escaneamento intra-oral na adaptação marginal de estruturas
fresadas

***“Influence of number and positioning of intraoral
scanbodies on marginal adaptation of milled
frameworks”***

Dissertação de Mestrado
apresentada à Faculdade
de Odontologia da
Universidade Federal de
Uberlândia, MG, Brasil.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Domingues das Neves.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flávio Domingues das Neves

Prof. Dr. Carlos José Soares

Prof. Dr. Fabio Antonio Piola Rizzante

Uberlândia, 2022.

MSC. FÁBIO HENRIQUE DE PAULO COSTA SANTOS (Orcid ID : [0000-0001-5192-4690](https://orcid.org/0000-0001-5192-4690))

MSC. DANIEL JARDIM TAVEIRA PRIVADO (Orcid ID : [0000-0001-9763-8024](https://orcid.org/0000-0001-9763-8024))

DR. GUSTAVO MENDONÇA (Orcid ID : [0000-0003-2290-4046](https://orcid.org/0000-0003-2290-4046))

DR. KARLA ZANCOPE (Orcid ID : [0000-0002-2205-9842](https://orcid.org/0000-0002-2205-9842))

DR. FLÁVIO DOMINGUES DAS NEVES (Orcid ID : [0000-0002-8676-302X](https://orcid.org/0000-0002-8676-302X))

Influência do número e posicionamento de transferentes de escaneamento intra-oral na adaptação marginal de estruturas fresadas

Fábio Henrique de Paulo Costa Santos^a; Daniel Jardim Taveira Privado^a; Gustavo Mendonça^b; Karla Zancopé^c, Flávio Domingues das Neves^c

A - Mestrando, Área de Oclusão, Prótese Fixa e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU.

B - Professor, Departamento de Ciências Biológicas e de Materiais, Divisão de Prótese Dentária, Ann Arbor, MI, EUA.

C - Professor, Área de Oclusão, Prótese Fixa e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Contribuições dos autores: F.H.P.C.S.; G.M e F.D.N. conceberam a ideia; F.H.P.C.S e D.J.T.P. coletaram os dados; F.H.P.C.S; K.Z. e F.D.N analisaram os dados; bem como F.H.P.C.S; K. Z. e F.D.N. conduziram a escrita.

Autor de correspondência:

Flávio Domingues das Neves

Área de Oclusão, Prótese Fixa e Materiais Odontológicos

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Avenida Pará - 1720 - Anexo B - Bairro Umuarama, Uberlândia - MG - CEP 38405-320

Tel: (34) 9 9971-3983

E-mail: flaviodominguesneves@gmail.com



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Odontologia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 408, PPGODONTO				
Data:	Sete de Julho de Dois Mil e Vinte e Dois	Hora de início:	09:00	Hora de encerramento:	11:50
Matrícula do Discente:	12012ODO006				
Nome do Discente:	Fábio Henrique de Paulo Costa Santos				
Título do Trabalho:	Influência do número e posicionamento de transferentes de escaneamento intra-oral na adaptação marginal de estruturas fresadas				
Área de concentração:	Clínica Odontológica Integrada				
Linha de pesquisa:	Implantodontia e Prótese sobre Implantes				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Implantodontia e Prótese sobre Implantes				

Reuniu-se em Web Conferência pela plataforma Zoom, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Odontologia, assim composta: Professores Doutores: [Carlos José Soares \(UFU\)](#); [Fábio Antônio Piola Rizzante \(MUSC\)](#); [Flávio Domingues das Neves \(UFU\)](#) orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Flávio Domingues das Neves, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado\(a\).](#)

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida eachada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Domingues das Neves, Professor(a) do Magistério Superior**, em 07/07/2022, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos José Soares, Professor(a) do Magistério Superior**, em 07/07/2022, às 11:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Antonio Piola Rizzante, Usuário Externo**, em 07/07/2022, às 22:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3732073** eo código CRC **FC653B43**.

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S237 Santos, Fábio Henrique de Paulo Costa, 1995-
2022 Influência do número e posicionamento de transferentes de escaneamento intra-oral na adaptação marginal de estruturas fresadas [recurso eletrônico] : Estudo laboratorial in vitro / Fábio Henrique de Paulo Costa Santos. - 2022.

Orientador: Flávio Domingues das Neves. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Odontologia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.326> Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Odontologia. I. Neves, Flávio Domingues das, 1965-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2: Gizele Cristine
Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a influência do número de transferentes de escaneamento intra-oral e de posicionamento do seu chanfro na adaptação marginal de estruturas fresadas de três elementos, um modelo mestre foi preparado com 3 implantes instalados bilateralmente, inicialmente com 2 mini pilares sob 2 transferentes em cada hemiarco. Duas situações foram simuladas: de um lado com transferentes alinhados para a vestibular, e do outro lado, para vestibular e lingual. Um escaneamento de arco total foi realizado usando o scanner intra-oral Virtuo Vivo (Straumann, Suíça). Num segundo momento, o terceiro pilar foi instalado seguido de seu transferente, com chanfro acompanhando o padrão definido anteriormente, totalizando 3 transfers em cada hemiarco, e assim, realizou-se um novo escaneamento intraoral. Os arquivos STL (Standard Tessellation Language) foram enviados ao laboratório e um total de 20 estruturas foram planejadas e usinadas em Co-Cr, sendo divididas em 4 grupos (n=5). A face mesial e distal de cada junção protética foi avaliada por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) seguindo o teste de Sheffield, e as desadaptações horizontais e verticais de cada junção foram quantificadas. Radiografias interproximais foram realizadas com apenas um parafuso, sendo avaliadas qualitativamente como favorável e desfavorável clinicamente. Os resultados para adaptação marginal e viabilidade clínica foram analisados com auxílio do software R Core Team (Foundation for Statistical Computing, Áustria). Para a análise quantitativa, modelos lineares generalizados foram aplicados. Para a análise qualitativa, aplicou-se o teste Exato de Fisher. Ambos testes realizados admitindo $\alpha=0,05$. Observou-se uma melhor adaptação no grupo de 3 transferentes quando comparado ao grupo de apenas dois. A adaptação marginal foi melhor com chanfros desalinhados do que alinhados. A análise clínica-radiográfica corroborou com os resultados da análise microscópica, mostrando a viabilidade desta ferramenta de análise clínica. Fatores como o número de transferentes e o posicionamento de seu chanfro podem influenciar na adaptação marginal de estruturas fresadas obtidas a partir de um fluxo clínico-laboratorial digital.

Palavras-chave: CAD/CAM, Implante Dentário, Transferente de Escaneamento; Desadaptação; Estruturas fresadas

ABSTRACT

This in vitro study aimed to evaluate the influence of the number of intraoral scanning transfers and the positioning of their chamfer on marginal misfit of milled 3-element frameworks. A master model was prepared with 3 implants placed bilaterally, with 2 mini abutments under 2 transfers in each hemiarch. Two situations were then simulated: one side with transfers aligned to the buccal face, and on the other side, to the buccal and lingual faces. A full-arch scan was performed using an intraoral scanner (Virtuo Vivo, Straumann, Suíça). Secondly, the third abutment was installed followed by its transfer, with a chamfer following the previously defined pattern, totaling 3 transfers in each hemiarch; and thus, a new total intraoral scan was performed. The STL files (Standard Tessellation Language) were sent to the laboratory and 20 frameworks were planned and machined in cobalt-chrome alloy (Co-cr), and located into 4 groups (n=5). Mesial and distal face of each prosthetic junction was evaluated by using a Scanning Electron Microscopy (SEM) following the Sheffield test, and horizontal and vertical misfits of each junction were quantified. Interproximal radiographs were performed with only one screw and qualitatively evaluated as clinically favorable or unfavorable. Results for marginal misfit and clinical practicability were analyzed using a statistical software (R Core Team, Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria). Generalized linear models were applied for quantitative analysis. Fisher's exact test was applied for qualitative analysis. Both tests were performed assuming $\alpha=0.05$. Better adaptation was observed in the 3 transfers group when compared to the group of only two. Marginal fit was better with misaligned chamfers than aligned. Clinical radiographic analysis corroborated microscopic results, showing the practicability of this type of clinical analysis resource. Factors inherent to the process, such as the number of transfers and the positioning of their chamfer, could influence on marginal misfit of milled CAD/CAM frameworks.

Keywords: CAD/CAM, Dental Implant, Scanbody; maladjustment; milled framework

IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

O posicionamento do chanfro e o número de transferentes de escaneamento tem influência na adaptação de próteses implantadas e impactam na qualidade final das reabilitações protéticas obtidas pelo fluxo digital CAD/CAM. Essas desadaptações podem ser clinicamente identificadas, se existentes, por meio de radiografias interproximais ou periapicais para análise do assentamento.

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Em paralelo ao desenvolvimento de próteses implantadas e seu sucesso clínico, a técnica reabilitadora que utiliza sistemas CAI/CAD/CAM (computer-aided impressing/computer-aided design/ computer-aided manufacturing) tornou-se uma realidade muito comum nas clínicas de todo o mundo.¹ A necessidade de confeccionar as próteses implantadas com tecnologias digitais, levou a criação dos corpos de escaneamento: dispositivos instalados sobre implantes ou componentes protéticos que permitiam o escaneamento, gerando um modelo digital. Um software específico possibilita alinhar o transferente presente no arquivo STL ao transferente da biblioteca digital por meio de sobreposição, gerando um modelo digital, com o mesmo componente ou implante presente em boca. Estes transferentes de escaneamento (transferentes digitais ou corpos de escaneamento) foram desenvolvidos para uso laboratorial e, mais recentemente, para uso intra-oral.²⁻³

Apresentando algumas variáveis relacionadas ao seu correto posicionamento tridimensional no arco dental, medidas exatas de inclinação e posição do transferente definirão o sucesso ou fracasso do tratamento reabilitador protético.⁴ Cópias precisas são essenciais para a confecção de restaurações protéticas com precisão interna e boa adaptação marginal, o que possibilita a realização de um planejamento virtual baseado em informações fidedignas com o encontrado clinicamente.⁵

Disponibilizados comercialmente em PEEK ou ligas metálicas, os transferentes de escaneamento possuem em sua superfície uma área bem definida, com ângulos agudos e bordos bem delimitados, que se difere de toda a superfície do componente. Essa área isolada, podendo ser um chanfro, uma pirâmide ou até mesmo canaletas, além de servir de referênciano momento do escaneamento intra-oral, também direcionam o alinhamento (ou sobreposição) do transferente existente no arquivo de escaneamento ao transferente da biblioteca do software de CAD. Assim obtém-se um modelo virtual de trabalho, com análogos digitais de pilares ou implantes posicionados seguindo a posição e a inclinação dos transferentes escaneados, permitindo a continuação do trabalho pelo fluxo digital.⁶⁻⁷

Para que o escaneamento intra-oral seja eficiente, a união de múltiplas imagens deve ser executada com precisão. Já é descrito na literatura que diversos fatores podem influenciar negativamente na acurácia destes escaneamentos, como: a experiência do operador, o tipo de câmera intra-oral, tipo de superfície escaneada, grande velocidade de escaneamento, sequência incorreta de escaneamento, alta reflexão de luz, dentre outros.⁸ Ao escanear vários transferentes para confeccionar uma única estrutura, as referências existentes são intercaladas por regiões de mucosa, que geralmente possuem poucas

referências para união das imagens e uma alta reflexão de luz, o que dificulta a realização dos escaneamentos e, em tese, quanto maior o número de transferentes, maior dificuldade da realização de um escaneamento preciso. Ressalta-se que, nestes casos, qualquer alteração de posição e inclinação pode levar ao insucesso da reabilitação por completo.⁹

A desadaptação marginal promove diversos malefícios à reabilitação. O maior problemada desadaptação em próteses implantadas parafusadas é a falta de passividade da estrutura, o que pode gerar sobrecarga aos implantes, desaperto e fratura de parafusos, pilares, e até mesmo do próprio implante.¹⁰ Além disso, uma área de difícil higienização gera um maior acúmulo de placa e mudanças na composição da microbiota subgengival, fatores predisponentes para desenvolvimento da doença periodontal/periimplantar.¹¹ Minimizar a infiltração bacteriana, favorecer a melhor distribuição de forças sobre os pilares, e proporcionar saúde aos tecidos periodontais/periimplantares são alguns dos fatores afetados pelo grau de adaptação das restaurações protéticas.¹²

Buscando identificar fatores que pudessem influenciar na aquisição de imagem de trabalhos clínicos desenvolvidos pelo fluxo digital, e conseqüentemente na materialização de estruturas fresadas, este trabalho foi desenvolvido. Com a crescente utilização das ferramentas digitais nos consultórios odontológicos, problemas clínicos relacionados à ausência de passividade das estruturas e presença de bácia causadas por desadaptações marginais em uma ou mais interfaces estrutura/pilar ainda permanecem como um problema clínico recorrente em próteses implantadas.¹³ Assim, por meio de um estudo *in vitro*, buscou-se identificar se o número de transferentes de escaneamento intra-oral (dois ou três) e o posicionamento dos chanfros existentes nos transferentes (voltados para a vestibular ou desalinhados) influenciam na adaptação marginal de estruturas fresadas obtidas por meio de um fluxo clínico-laboratorial digital. As três hipóteses nulas testadas neste trabalho foram: não há diferença entre o número de transferentes; não há diferença entre o posicionamento dos chanfros; não há associação entre o grupo e a avaliação do ponto de vista radiográfico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O tamanho da amostra foi mensurado com cálculo amostral, (<https://comentto.com/calculadora-amostal/>) considerando uma população de quatro faces para estruturas de 2 implantes e seis faces para 3 implantes, totalizando 10 faces (mesial e distal) para cada posicionamento do chanfro, admitindo um nível de confiabilidade de 90% e um coeficiente de erro de 5%. A partir disso, encontrou-se um N=5 estruturas por grupo, totalizando 20 estruturas para a análise completa dos quatro grupos.

Um typodont (MOM Manequins Odontológicos Marília®) foi usado como modelo mestre,

apresentando ausência dos dentes 34, 35, 36, 44, 45 e 46, simulando situação clínica recorrente: próteses implantossuportadas de 3 elementos, ferulizadas, aparafusadas sobre 2 e 3 implantes. Três implantes Helix GM 3,5 x 11,5 (Neodent, Curitiba, Brasil) foram instalados em cada quadrante inferior, na região desdentada, seguido as recomendações de instrumentação do fabricante. Sobre os implantes, foram instalados inicialmente 2 mini pilares (Neodent, Curitiba, Brasil) em cada hemiarco (Figura 1). Os blocos com os implantes foram removidos do manequim (bilateralmente) possibilitando a inserção dos mesmos no compartimento interno do Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV . Os implantes tiveram seus ápices ferulizados com resina acrílica autopolimerizável e hastes metálicas, com o intuito de estabilizar o conjunto e impedir qualquer movimentação dos implantes durante a realização dos testes.

Transferentes de escaneamento intra-oral para mini pilar compatíveis com a biblioteca digital Neodent foram instalados seguindo um padrão modelo boca dividida, sendo em um quadrante instalados com seus chanfros alinhados e voltados para a vestibular e no outro quadrante, posicionados sem alinhamento, com seus chanfros voltados para a face vestibular e lingual (Figura 2). A etapa de aquisição de imagem foi realizada por um operador experiente e em dois momentos: Inicia-se a etapa de escaneamento intra-oral de arco total, utilizando a câmera intraoral Virtuo Vivo – Straumann® (Straumann, Basel, Suíça). Dois transferentes foram escaneados em cada quadrante inferior, diferenciando pelo alinhamento do chanfro. Os arquivos STL (Standard Tessellation Language) decorrentes do escaneamento foram anexados em uma pasta digital destinada para tal. Após a instalação do terceiro mini pilar e transferente bilateralmente, foi realizado um novo escaneamento, agora com 3 transferentes em cada quadrante, com chanfros alinhados para a vestibular e desalinhados, obtendo um novo arquivo STL (Figuras 3 e 4). Desta forma, foi possível analisar a influência do número de transferentes e do alinhamento dos chanfros na qualidade dos escaneamentos e na montagem do modelo virtual e materialização das estruturas.

Após o escaneamento das quatro situações clínicas (CAI), os arquivos de arco total na extensão .stl foram enviadas pelo site Wetransfer ao D-Lab (Laboratório Digital, Curitiba, Brasil) para planejamento e usinagem das estruturas (Figura 5). O software Ceramill Mind (Amann Girrbach, Koblach, Áustria) foi utilizado para o planejamento virtual – CAD (Figura 6). Após planejamento, as estruturas foram usinadas (CAM) utilizando a fresadora DMG Sauer Dental 10 (Amann Girrbach, Koblach, Áustria) guiada pelo planejamento digital realizado no software de CAD. Foram usinadas um total de 20 estruturas em Co-Cr (Liga de Cobalto-Cromo), estas, divididas em quatro grupos de cinco, que se diferem pelo número de transferentes e posicionamento do chanfro no momento da aquisição da imagem.

Após as etapas CAI/CAD/CAM, as estruturas foram posicionadas sobre os pilares e

aparafusadas seguindo o teste de Sheffield.¹⁴ Para isso, primeiramente, apenas um parafuso é posicionado na mesial, com torque digital suficiente para estabilizar a estrutura. (Figura 7) Num segundo momento, a análise é repetida com apenas um parafuso na distal, também com torque digital, e, por último, uma terceira análise com todos os parafusos, com torque de 10Ncm, conforme orientação do fabricante.

A interface pilar-estrutura foi analisada em MEV (TESCAN VEGA 3 LMU, Kohoutovice, Czech Republic) com magnificação de 400x e potência de 5Kv em 2 faces da junção: Mesial e Distal, totalizando 300 faces ao analisar a amostra completa (Figura 8). Assim foi possível quantificar a desadaptação vertical e horizontal presente em cada face da junção pilar-estrutura. Para análise do desajuste vertical, foram analisados os valores das faces opostas ao lado de aperto do parafuso, ou seja, primeiro pré molar quando o aperto do parafuso fora posicionado no primeiro molar, e desadaptação do primeiro molar quando o parafuso fora posicionado no primeiro pré molar. Para análise horizontal, foram utilizados os valores obtidos após aparafusamento com torque de 10Ncm, de acordo com recomendações do fabricante. Buscando simular os testes de adaptação realizados clinicamente, todas as estruturas foram radiografadas duas vezes, fixadas com apenas um parafuso, na mesial e na distal com torque digital (Figura 9). Após isso, dois examinadores realizaram uma avaliação qualitativa das mesmas, classificando-as como “favoráveis” ou “desfavoráveis” pelo ponto de vista clínico, considerando a adaptação marginal vertical e horizontal da estrutura.

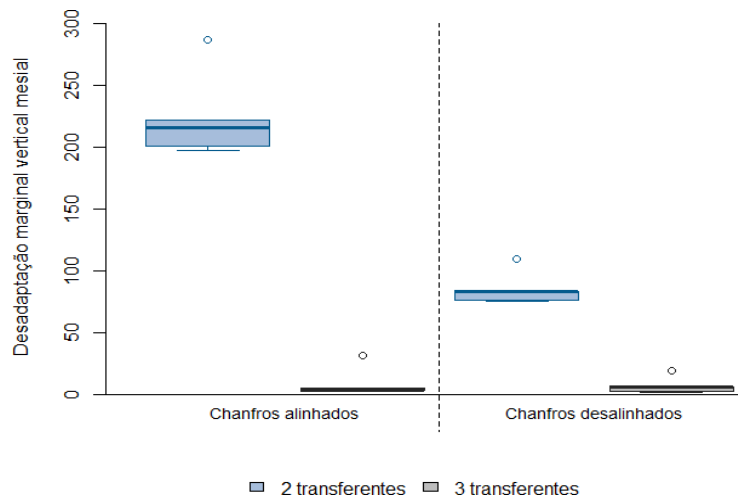
Para análise estatística, inicialmente foram realizadas análises descritivas e exploratórias de todos os dados. Como os dados não atendiam às pressuposições de uma análise paramétrica foram utilizados modelos lineares generalizados. Para os primeiros pré-molares e primeiros molares foram considerados nos modelos os efeitos de número de transferentes, posição dos chanfros. A análise da influência do número de transfers e do posicionamento dos chanfros na desadaptação vertical das faces foi dividida em três categorias: adaptação marginal vertical inferior a 70µm, considerada ideal quando comparada com estruturas fabricadas com ligas áureas.¹⁵ Adaptação com valores entre 70 e 120µm, valor considerado clinicamente aceitável⁴ ou adaptação marginal superior a 120µm, considerado inviável clinicamente. Em seguida, calculou-se o percentil de faces que se enquadravam em cada uma das três categorias.¹⁶

Nas avaliações qualitativas, a porcentagem de concordância e o coeficiente Kappa foram utilizados para analisar a concordância inter-observador das estruturas do ponto de vista clínico e radiográfico. O teste Exato de Fisher foi utilizado para analisar a associação da avaliação do ponto de vista clínico com o grupo. As análises foram realizadas com auxílio do programa R (R Core Team, 2022 - Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria), admitindo $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

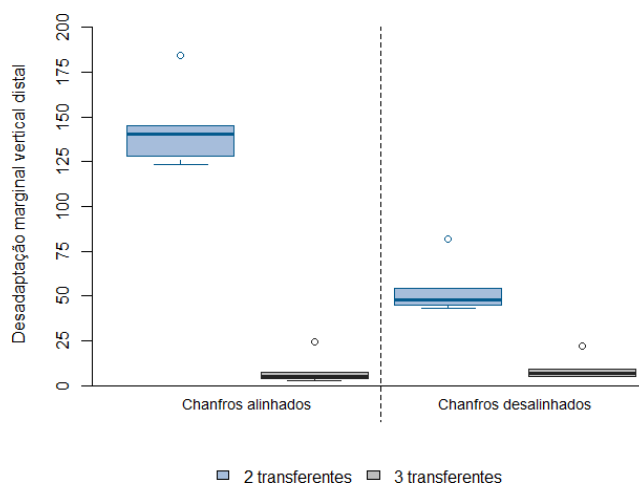
A seguir, serão apresentados os resultados estatísticos sobre a comparação da adaptação marginal vertical do lado oposto ao parafuso. Foi observada maior desadaptação com dois transferentes do que com três nos casos vertical mesial e vertical distal (independentemente do chanfro), com $p < 0,05$. Os gráficos 1 e 2 apresentados a seguir representam os resultados estatísticos para desadaptação vertical das faces mesial e distal de pré-molares com o parafuso posicionado do lado oposto da estrutura de acordo com o teste de Sheffield.¹⁴⁻¹⁵

Gráfico 1.



Box plot da desadaptação marginal vertical mesial dos dentes primeiros pré-molares, com o parafuso posicionado do lado oposto (distal), em função do número de transferentes e posicionamento dos chanfros.

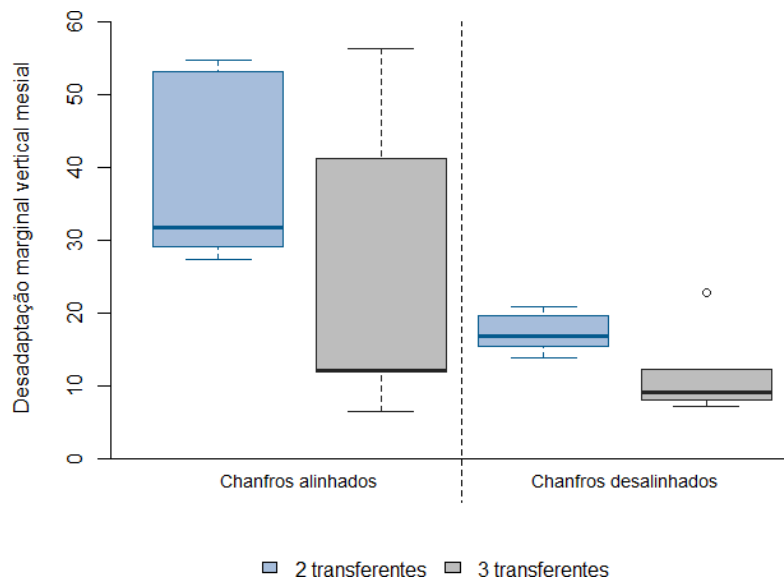
Gráfico 2.



Box plot da desadaptação marginal vertical distal dos dentes primeiros pré-molares, com o parafuso posicionado do lado oposto (distal), em função do número de transferentes e posicionamento dos chanfros.

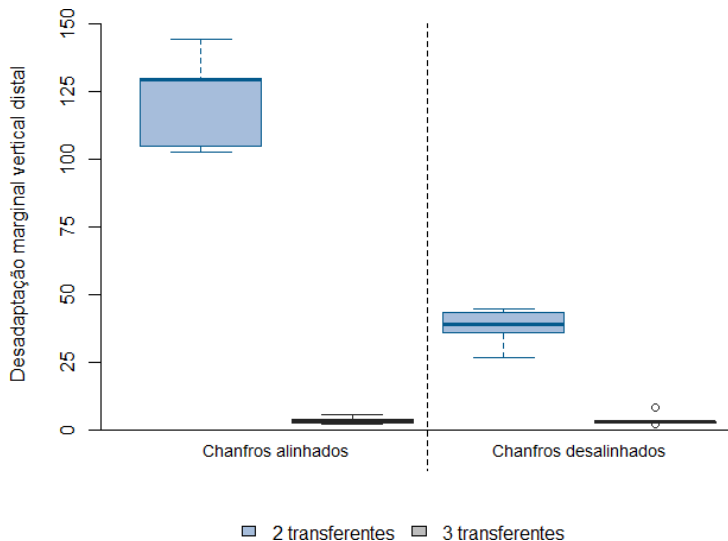
Para os primeiros molares com o parafuso posicionado do lado oposto (mesial), maior desadaptação com dois transferentes do que com três no caso da desadaptação vertical distal (independentemente do chanfro), com $p < 0,05$. Nota-se ainda, maior desadaptação para chanfros alinhados do que para desalinhados no caso da desadaptação vertical mesial (independentemente do número de transferentes), com $p < 0,05$ (Gráficos 3 e 4).

Gráfico 3.



Box plot da desadaptação marginal vertical mesial dos dentes primeiros molares, com o parafuso posicionado do lado oposto (mesial), em função do número de transferentes e posicionamento dos chanfros.

Gráfico 4.



Box plot da desadaptação marginal vertical distal dos dentes primeiros molares, com o parafuso posicionado do lado oposto (mesial), em função do número de transferentes e posicionamento dos chanfros.

Com relação à desadaptação vertical e sua influência com o número de transferentes, observou-se uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos estudados. Foram analisadas 300 faces, sendo 120 das estruturas sobre dois pilares e 180 das estruturas sobre três pilares. Observou-se que, escaneando dois transferentes, 83,3% das faces apresentaram adaptação marginal inferior a $70\mu\text{m}$, além disso, 5,83% apresentaram desadaptação marginal superior a $70\mu\text{m}$ e inferior a $120\mu\text{m}$. Por fim, 10,84% das faces apresentaram desadaptação marginal superior a $120\mu\text{m}$. Entretanto, ao escanear três transferentes, 100% das estruturas apresentaram desadaptação marginal inferior a $70\mu\text{m}$.

Com relação à desadaptação vertical e sua influência com o posicionamento do chanfro, também foi observada uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os grupos estudados. As 300 faces foram novamente analisadas, dessas, 150 representam o grupo de chanfros alinhados e as outras 150 o grupo dechanfros desalinhados. Observou-se que, ao alinhar os chanfros para a vestibular, 90,66% das faces possuíam desadaptação marginal vertical inferior a $70\mu\text{m}$, além disso, 0,68% (uma face) apresentou desadaptação marginal superior a $70\mu\text{m}$ e inferior a $120\mu\text{m}$. Por fim, 8,66% das faces apresentaram desadaptação marginal superior a $120\mu\text{m}$. Entretanto, ao escanear os transferentes desalinhados, 96% das estruturas apresentaram desadaptação marginal inferior a $70\mu\text{m}$ e 4% das faces possuíam desadaptação marginal entre $70\mu\text{m}$ e $120\mu\text{m}$.

Com relação à desadaptação horizontal, foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Das 300 faces analisadas, 100% (todas as estruturas) apresentavam sobreextensão para mesial e distal, com valores mínimos e máximos de $3,38\mu\text{m}$ e $123,61\mu\text{m}$ para estruturas de dois transferentes alinhados; $1,31\mu\text{m}$ e $95,96\mu\text{m}$ para 2 transferentes desalinhados; $4,05\mu\text{m}$ e $125,04\mu\text{m}$ para três transferentes com chanfros alinhados; $0,68\mu\text{m}$ e $104,89$ para três transferentes com chanfros desalinhados, respectivamente. Nenhuma estrutura se enquadrou nos critérios de classificação de igualdade ou subextensão de bordos.

Para a análise qualitativa das radiografias de checagem da adaptação, a Tabela 1 mostra a concordância entre os observadores quanto à avaliação das estruturas do ponto de vista clínico foi de 95%, sendo considerada como quase perfeita segundo Landis e Koch¹⁷ (1977), $Kappa = 0,8276$. Os dois observadores consideraram favoráveis apenas duas das cinco estruturas (40%) do grupo com dois transferentes e com chanfro alinhado. Um dos observadores considerou quatro (80,0%) e o outro cinco (100,0%) estruturas como favoráveis no grupo com três transferentes e com chanfro alinhado. Nos grupos com chanfros desalinhados, todas as estruturas foram consideradas favoráveis clinicamente pelos dois observadores.

Tabela 1 - Frequência absoluta e relativa de estruturas favoráveis do ponto de vista clínico/radiográfico, na avaliação qualitativa, em função do número de transferentes e posicionamento dos chanfros.

Observador	Número de transferentes	Chanfros		p-valor
		Alinhados	Desalinhados	
		Estruturas favoráveis Frequência (%)		
1	2	2 (40,0%)	5 (100,0%)	0,1280
	3	4 (80,0%)	5 (100,0%)	
2	2	2 (40,0%)	5 (100,0%)	0,0351
	3	5 (100,0%)	5 (100,0%)	

Concordância inter-observador= 95,0%; Kappa=0,8276 (IC95%: 0,5032=1,0000). Teste Exato de Fisher

DISCUSSÃO

Após a análise dos dados deste trabalho laboratorial, observou-se que as hipóteses nulas foram rejeitadas. Foi observada uma diferença significativa estatisticamente ($p < 0,05$) entre os grupos deste estudo. A adaptação marginal vertical e horizontal de estruturas fresadas foram influenciadas pelo número de transferentes e pelo posicionamento do chanfro. Além disso, a análise radiográfica corroborou com os resultados dos grupos estudados, mostrando a viabilidade clínica desta análise de adaptação marginal e assentamento da estrutura.

Ao analisar o número de transferentes foi observada menor desadaptação vertical com 3 transferentes do que com 2 nas faces: distal e mesial de primeiros molares com o parafuso posicionado no primeiro pré-molar, independentemente do chanfro; distal e mesial de primeiros pré-molares com parafuso posicionado no primeiro molar, independentemente do chanfro. Esta diferença entre os grupos pode ser explicada pela dificuldade em se escanear múltiplos transferentes devido à deficiência na união das imagens⁹, causadas pela pequena quantidade de referência existente nos transferentes, a existência de uma área de mucosa reflexiva entre eles, além de outros fatores que podem dificultar o processo de aquisição de imagem.¹⁸

Diferentemente do escaneamento de dentes, onde existem cúspides e contatos interdentais, ao escanear mais de um transferente, por mais que exista uma região demarcada que sirva de referência, não existem estruturas que deem continuidade favorecendo a união das imagens.¹⁹ Então, quanto maior a distância entre os transferentes, mais imagens precisam ser unidas com pouca referência, o que pode afetar negativamente o processo de formação da malhatridimensional e conseqüentemente na obtenção do modelo virtual.²⁰ Esta dificuldade

foi observada ao realizar este trabalho. Os resultados de adaptação marginal vertical foram favoráveis ao grupo de três implantes quando comparado a dois implantes, supostamente porque a distância entre os três transferentes era menor, quando comparado ao escaneamento de dois transferentes, necessitando da união de um menor número de imagens em uma região com pouca referência e alta reflexão de luz.¹⁷

Buscando identificar o melhor método de posicionamento dos chanfros, se alinhados para a vestibular ou desalinhados, também foi identificada uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, apresentando uma maior desadaptação vertical com chanfros alinhados do que desalinhados, quando o parafuso é posicionado do lado oposto, com 2 ou 3 transferentes. Esta diferença se dá devido ao chanfro possuir a função de referenciar a união das imagens. Havendo chanfros voltados para vestibular e para lingual, as imagens são unidas de uma forma mais precisa, promovendo um escaneamento mais limpo, com menos sobreposição de imagens e conseqüentemente, melhorando a cópia e montagem da malha tridimensional.¹⁻²⁻⁸ Ao aparafusar a estrutura com apenas um parafuso, testou-se sua passividade de assentamento. Estruturas confeccionadas com ligas áureas apresentam nas faces mesial e distal do lado oposto ao parafuso uma desadaptação vertical inferior a 70µm, o que foi observado em maior número nas estruturas obtidas a partir do escaneamento de chanfros desalinhados, o que sugere que tal posicionamento promove a obtenção de um modelo virtual mais fidedigno quando comparado aos chanfros alinhados.

A desadaptação horizontal esteve presente com valores acima do esperado em 100% das faces. Observou-se que algumas estruturas possuíam um sobrecontorno no bordo da junção pilar-estrutura, o que deve ser corrigido, de modo a eliminar possíveis problemas causados por excessos horizontais.¹¹ Vale ressaltar que, embora tenha existido diferenças estatísticas entre os grupos, todas as estruturas apresentaram desadaptação horizontal acima do aceitável clinicamente. Para que o problema seja resolvido ainda na usinagem (CAM), a empresa pode alterar as dimensões do componente no software e corrigir definitivamente esse problema sem que seja necessário o desgaste dos bordos da junção pilar-estrutura pelo laboratório de prótese ou cirurgião-dentista.

Desadaptações verticais e horizontais causam problemas distintos, e necessitam de diferentes técnicas para sua resolução. Desadaptações marginais horizontais geram acúmulo de biofilme em uma região de difícil higienização, alterando a microbiota oral, o que pode promover periimplantites.¹⁸ Desadaptações marginais verticais, além de acumular biofilme, comprometem passividade de assentamento das peças, influenciando negativamente na biomecânica do sistema podendo causar uma sobrecarga aos implantes e, a longo prazo, causando o insucesso da reabilitação devido a uma perda óssea marginal progressiva, causando desaperto e fratura de parafusos, componentes protéticos e até mesmo fraturas de

implantes.¹⁹ Estes problemas devem ser minuciosamente observados clínica e radiograficamente e, se existentes, podem ser resolvidos no próprio consultório por meio de desgaste dos bordos reduzindo sua espessura, no caso de sobrecontorno horizontal, ou corrigido no laboratório de prótese por meio de seccionamento da estrutura e solda usando modelos confiáveis ou um índice para solda em casos de desajustes verticais.²⁰ Vale ressaltar que existem materiais que não admitem uma correção por meio de solda, como é o caso da Zircônia. Nestes casos, quando se observa uma desadaptação vertical, torna-se necessário retornar à etapa de escaneamento, seguido do planejamento e materialização de uma nova estrutura.²¹

Neste trabalho, os resultados da análise qualitativa (radiográfica) corroboram com os resultados da análise quantitativa (microscópica), mostrando que desadaptações maiores que o aceitável clinicamente podem ser identificadas por meio de tomadas radiográficas para checagem do assentamento passivo das estruturas sobre seus respectivos pilares. No dia-a-dia clínico não é possível realizar uma avaliação microscópica dos casos, entretanto, uma boa análise clínica e radiográfica é fundamental para avaliar possíveis problemas de báscula, retenção excessiva e também presença de desadaptações horizontais, pois, caso estes problemas sejam negligenciados, a reabilitação está fadada ao fracasso por problemas biológicos e biomecânicos.¹³ Contudo, cabe ao cirurgião-dentista a análise da viabilidade da estrutura, não devendo ser negligenciado qualquer desadaptação marginal dos trabalhos protéticos. Só dessa forma torna-se possível a confecção de trabalhos que desempenham uma boa função mastigatória, levando conforto ao paciente e promovendo uma maior longevidade dos casos obtidos a partir de um fluxo clínico-laboratorial digital.

Trabalhos futuros serão realizados no intuito de: 1- Avaliar diferentes distâncias entre os corpos de escaneamento. 2- Testar novas técnicas para reduzir a influência de fatores externos e melhorar escaneamentos de grandes regiões com mucosa entre os transferentes. 3- Adicionar mais um chanfro no lado oposto ao existente no transferente, de modo que seja posicionado com um chanfro voltado para a vestibular e para a lingual.

CONCLUSÃO

O fluxo digital é uma ferramenta de grande valia para o dia-a-dia clínico, principalmente ao trabalhar com próteses implantadas. Após a execução deste trabalho laboratorial pôde-se inferir:

- 1- O número de transferentes pode influenciar na adaptação marginal de estruturas fresadas.

- 2- O posicionamento do chanfro no momento do escaneamento pode influenciar na adaptação marginal de estruturas fresadas.
- 3- A análise radiográfica apresenta-se como uma ferramenta viável para a avaliação clínica do assentamento passivo das estruturas sobre seus pilares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFU, FOUFU, PPGO e CPBio por todo apoio para a realização deste trabalho. À NEODENT pelo financiamento do projeto e empréstimo do scanner intra-oral Virtuo Vivo, através do Programa de Incentivo à Pesquisa. Agradecemos ao IQUFU – Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia pela utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura. Agradecemos também à clínica Prado e Neves Odontologia Especializada por ceder o espaço físico para realização dos escaneamentos e radiografias.

REFERÊNCIAS

1. Dag Henrik Bergsjö, Matts Andersson, Rikard Söderberg, Johan Carlson, Chapter 15 - Industrial-scale Production of Customized Ceramic Prostheses, Editor(s): James Zhijian Shen, Tomaž Kosmač, Advanced Ceramics for Dentistry, Butterworth-Heinemann, 2014, Pages 327-341, ISBN 9780123946195 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394619-5.00015-8>
2. Ting-shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review: intraoral digital impression review. J Prosthodont. 2015;24(4):313-321. <https://doi.org/10.1111/jopr.12218>.
3. Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K. Precision of dental implant digitization using intraoral scanners. Int J Prosthodont 2016;29:277-83. <https://doi.org/10.11607/ijp.4417>
4. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. Eur J Orthod. 2016 Aug;38(4):422-8. doi: 10.1093/ejo/cjv077. Epub 2015 Oct 20. PMID: 26487391. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv077>.
5. Brown GB, Currier GF, Kadioglu O, Kierl JP. Accuracy of 3-dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2018;154:733-739, <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.06.009>
6. Meneghetti P, Moura GF, Tavelli L, Li J, Siqueira R, Wang HL, Mendonça G. A fully digital approach for implant fixed complete dentures: A case report. J Esthet Restor Dent. 2021

Dec;33(8):1070-1076. doi: 10.1111/jerd.12798. Epub 2021 Jul 2. PMID: 34213055.
<https://doi.org/10.1111/jerd.12798>

7. Michelinakis G, Apostolakis D, Kamposiora P, Papavasiliou G, Özcan M. The direct digital workflow in fixed implant prosthodontics: a narrative review. *BMC Oral Health*. 2021 Jan 21;21(1):37. doi: 10.1186/s12903-021-01398-2. PMID: 33478459; PMCID: PMC7819204.
<https://doi.org/10.1186/s12903-021-01398-2>.
8. Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, Tavares LDN, Rizzante FAP, George FM, Neves FDD, Mendonça G. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent*. 2021 Feb;125(2):294-299. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.12.011. Epub 2020 Feb 27. PMID: 32115221. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.12.011>.
9. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res*. 2020 Apr;64(2):109-113. doi: 10.1016/j.jpor.2019.07.010. Epub 2019 Aug 30. PMID: 31474576. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.010>.
10. 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 Sep;71(5):1243-9. doi: 10.3109/00016357.2012.757644. Epub 2013 Jan 16. PMID: 23320569.
<https://doi.org/10.3109/00016357.2012.757644>.
11. Abduo J, Lyons K. Effect of vertical misfit on strain within screw-retained implant titanium and zirconia frameworks. *J Prosthodont Res*. 2012 Apr;56(2):102-9. Epub 2011 Nov 16. PMID: 22093362. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2011.09.001>.
12. Pak HS, Han JS, Lee JB, Kim SH, Yang JH, J. Influence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD/CAM zirconia ceramic crowns. *Journal of Advanced Prosthodontics*. 2010. Jun;2(2):33-8 <https://doi.org/10.4047/jap.2010.2.2.33>.
13. Mello CC, Lemos CAA, de Luna Gomes JM, Verri FR, Pellizzer EP. CAD/CAM vs Conventional Technique for Fabrication of Implant-Supported Frameworks: A Systematic Review and Meta-analysis of In Vitro Studies. *Int J Prosthodont*. 2019 Mar/Apr;32(2):182-192. doi: 10.11607/ijp.5616. PMID: 30856643. <https://doi.org/10.11607/ijp.5616>.
14. Lo Russo L, Caradonna G, Biancardino M, De Lillo A, Troiano G, Guida L. Digital versus conventional workflow for the fabrication of multiunit fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis of vertical marginal fit in controlled in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 2019

- Nov;122(5):435-440. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.12.001. Epub 2019 Apr 23. PMID: 31027957. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.12.001>.
15. Sartori IA, Ribeiro RF, Francischone CE, de Mattos Mda G. In vitro comparative analysis of the fit of gold alloy or commercially pure titanium implant-supported prostheses before and after electroerosion. *J Prosthet Dent.* 2004 Aug;92(2):132-8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.04.001>.
16. Neves FD, Elias GA, da Silva-Neto JP, de Medeiros Dantas LC, da Mota AS, Neto AJ. Comparison of implant-abutment interface misfits after casting and soldering procedures. *J Oral Implantol.* 2014 Apr;40(2):129-35. Epub 2012 Jan 15. PMID: 22242693. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00070>.
17. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>.
18. García-Gil I, Cortés-Bretón-Brinkmann J, Jiménez-García J, Peláez-Rico J, Suárez-García MJ. Precision and practical usefulness of intraoral scanners in implant dentistry: A systematic literature review. *J Clin Exp Dent.* 2020 Aug 1;12(8):e784-e793. doi: 10.4317/jced.57025. PMID: 32913577; PMCID: PMC7474947. <https://doi.org/10.4317/jced.57025>.
19. Raffone C, Gianfreda F, Pompeo MG, Antonacci D, Bollero P, Canullo L. Chairside virtual patient protocol. Part 2: Management of multiple face scans and alignment predictability. *J Dent.* 2022 Jul;122:104123. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104123. Epub 2022 Apr 9. PMID: 35413410. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104123>.
20. Marques S, Ribeiro P, Falcão C, Lemos BF, Ríos-Carrasco B, Ríos-Santos JV, Herrero-Climent M. Digital Impressions in Implant Dentistry: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jan 24;18(3):1020. doi: 10.3390/ijerph18031020. PMID: 33498902; PMCID: PMC7908474. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031020>.
21. Irem DÖ, Cömert ZY, Alpkılıç DŞ, Keleşoğlu E, İşler Değer S. The Effect of Preceramic Soldering on Fracture Resistance of 4-Unit Zirconia Fixed Dental Prostheses. *J Prosthodont.* 2022 Feb 3. doi: 10.1111/jopr.13488. Epub ahead of print. PMID: 35118772. <https://doi.org/10.1111/jopr.13488>.

ANEXOS

- *Figura 1*



Dois Mini Pilares instalados sobre implantes bilateralmente

- *Figura 2*



Dois transferentes instalados sobre mini pilares bilateralmente

- *Figura 3*



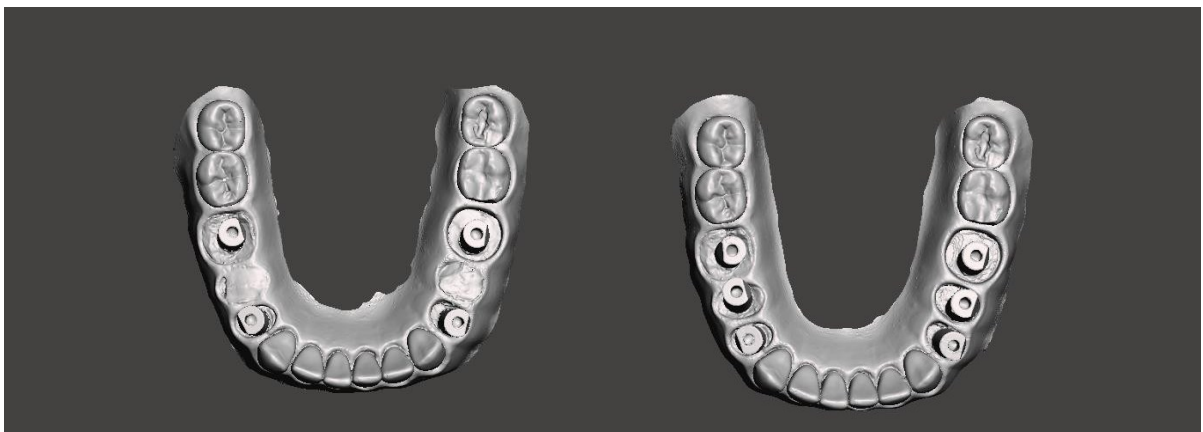
Três Mini Pilares instalados sobre implantes bilateralmente.

- *Figura 4*



Três transferentes instalados bilateralmente.

- *Figura 5*



Arquivos .STL do escaneamento de dois e três transfers – Vista oclusal

- *Figura 6*



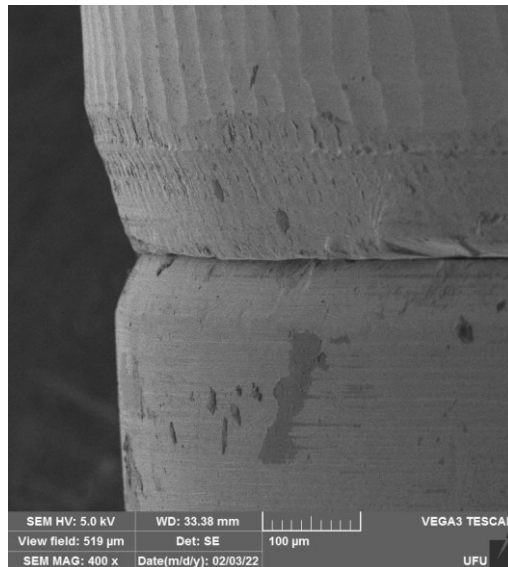
Planejamento virtual da estrutura de 3 elementos sobre 2 Mini Pilares - CAD

- *Figura 7*



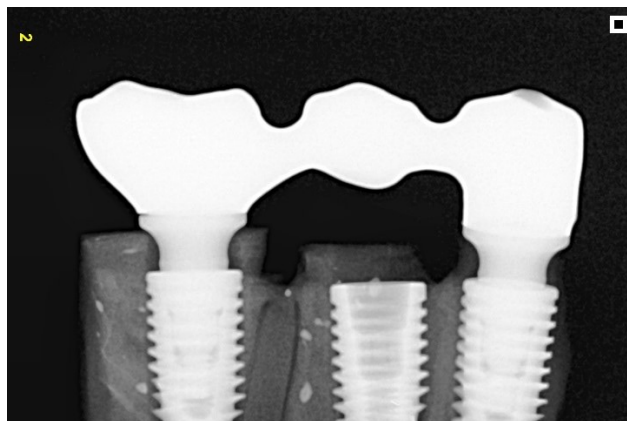
Estrutura de 3 elementos sobre 2 Mini Pilares posicionada sobre a base 3 com 1 parafuso

- *Figura 8*



MEV da Junção Estrutura-Pilar – Magnificação de 400x

- *Figura 9*



Radiografia interproximal evidenciando a adaptação marginal da estrutura de 3 elementos sobre 2 Mini Pilares com apenas um parafuso