

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 20/02/2018.

Caroline Cantieri de Mello

**Avaliação da precisão e distribuição de tensões
em próteses fixas sobre implantes de hexágono
externo obtidas por diferentes sistemas CAD-
CAM**

ARAÇATUBA – SP

2017

Caroline Cantieri de Mello

**Avaliação da precisão e distribuição de tensões em próteses fixas
sobre implantes de hexágono externo obtidas por diferentes
sistemas CAD-CAM**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia do
Câmpus de Araçatuba - UNESP, para a obtenção
do título de Doutor em Odontologia - Área de
Concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Tit. Eduardo Piza Pellizzer

ARAÇATUBA – SP

2017

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

M527a

Mello, Caroline Cantieri de.

Avaliação da precisão e distribuição de tensões em próteses fixas sobre implantes de hexágono externo obtidas por diferentes sistemas CAD-CAM / Caroline Cantieri de Mello. – Araçatuba, 2017

151 f. : 16 il. ; 7 tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Eduardo Piza Pellizzer

1. Implantes dentários 2. Prótese dentária 3. Projeto auxiliado por computador 4. Análise de elementos finitos 5. Fenômenos biomecânicos I. T.

Black D3
CDD 617.69

Dados Curriculares

Caroline Cantieri de Mello

Nascimento	17/07/1989 – Ceres - GO / Brasil
Filiação	Lucas Gomes de Mello Mariangela Cantieri de Mello
2008/2011	Graduação em Odontologia Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho
2012/2014	Curso de especialização em Prótese Dentária na Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho
2012/2014	Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós - Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, em nível de Mestrado na Faculdade de Odontologia de Araçatuba- UNESP.
2014/2016	Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós - Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, em nível de Doutorado na Faculdade de Odontologia de Araçatuba- UNESP.

Dedicat6ria



Dedicatória

- Aos meus **pais, Mariangela Cantieri de Mello e Lucas Gomes de Mello**, razões de todo meu esforço e dedicação. O amor que sentimos um pelo outro, e a certeza de que sempre teremos um ao lado do outro, me faz superar todos os obstáculos da vida e continuar lutando por meus sonhos. A conclusão do meu doutorado é a concretização de um sonho, sonhado por nós três. Sem vocês ao meu lado e me apoiando em cada decisão, nada disso seria possível. Serei eternamente grata por tudo que vocês fazem e deixam de fazer para me ver feliz. Obrigada por tudo. Meus grandes e eternos amores.

- Ao meu irmão, **Danilo Cantieri de Mello** que é um grande exemplo de determinação, e de homem. Esta vitória você também me ajudou a conquistar. Obrigada por ter entendido minhas ausências durante todos estes anos e principalmente por ter cuidado de perto da nossa família, nosso bem maior. Te admiro desde o dia em que te conheci e tenho certeza que Deus me deu de presente um companheiro para a vida toda. É difícil dizer o quanto eu te amo. Obrigada por tudo.

- Às minhas amigas **Fernanda de Castro Brum, Raíssa de Lima Costa e Maysa Peixoto Benjamim**. Me faltam palavras para demonstrar o que sinto quando falo de vocês. Nossa amizade e nossos sentimentos superam qualquer impasse. Suas palavras e carinho, além do apoio em todos os momentos que eu vivi longe de vocês, reuniram sempre as minhas forças para que eu nunca desistisse do que eu tinha me proposto a fazer. Só tenho a agradecer e dizer que esta conquista também é de vocês que estão comigo desde sempre e para sempre. Minhas irmãs de coração, dessa e de todas as outras vidas. Obrigada.

- Aos meus **familiares**, maternos, paternos e de consideração, que sempre me recebem com palavras de carinho e apoio e que também foram essenciais para que eu conseguisse finalizar mais essa etapa.

Dedico esta Dissertação

*Agradecimentos
Especiais*



Agradecimentos Especiais

- Ao meu orientador, Professor Tit. **Eduardo Piza Pellizzer**, um grande e inesquecível professor que Deus me deu. Com suas palavras e lições me ensinou muito mais do que possa imaginar. Me fez entender e acreditar com todas as palavras, que realmente no final tudo dá certo e que a vida pode não ser tão fácil, mas com muita força de vontade, esforço e dedicação, nós conseguimos ser maiores que nossos melhores pensamentos e alcançar muito mais do que somos capazes. Obrigada por todos estes anos suportando os meus “desesperos” e meus poucos, porém marcantes, momentos de choro. O senhor estará sempre guardado no meu coração, e fará muita falta nos meus dias. Tenho certeza que de alguma forma eu também toquei o seu coração e pude contribuir para que o seu forte coração se amolecasse por alguns minutos. Toda sua competência e dedicação são espelhos para todos os seus orientados. Obrigada por tudo.

Agradecimentos Especiais

- À minha admirável **banca examinadora**. Obrigada por me darem a alegria e a satisfação de recebê-los comigo em um dia tão especial. Tenham certeza que admiro o trabalho e a postura de cada um de vocês e por isso fiz questão de convidá-los a avaliarem o nosso trabalho e darem suas sugestões. Seus ensinamentos serão sempre bem vindos. Obrigada a todos.

Agradecimentos Especiais

- Ao professor Assistente Doutor **Fellippo Ramos Verri**, um admirável professor e amigo, responsável por grande parte desta minha conquista. Sempre abraçou todas nossas causas como se fossem dele, e esteve ao nosso lado nos momentos de desespero e de alegria. Obrigada por toda a ajuda de sempre. Serei eternamente grata por tudo que o senhor me ajudou em todos estes anos de pós-graduação, e principalmente por ter nos aberto de coração a porta da sua sala para que a gente fizesse como nossa sala. A salinha será inesquecível e ainda trará muitos frutos. Obrigada.

- Aos meus amigos **Cleidiel Aparecido Araújo Lemos, Victor Eduardo de Souza Batista, Joel Ferreira Santiago Júnior e Daniel Augusto de Faria Almeida**. Obrigada a todos vocês por cada ensinamento. Cada um com seu jeito me ensinou a ser um pouco menos mulher e um pouco mais homem (no bom sentido, é claro..), e fizeram com que meus dias de pós-graduação fossem muito mais divertidos e animados.

Ao lado de vocês criamos um grupo e uma turma de pós-graduação diferente de todas que já se passaram. Criamos grandes amigos/irmãos que fizeram todos esses anos passarem como se fossem poucos dias. Nossa convivência criou laços que a vida se encarregará de manter para sempre. Nossa amizade e principalmente a nossa diversão, falou muito mais alto do que a nossa concorrência ou a nossa preocupação com o dia de amanhã, em que seremos grandes profissionais. Seremos grandes talvez não apenas por nossas inúmeras folhas de curriculum lattes, ou por nossas conquistas acadêmicas e financeiras, mas sem dúvidas, grandes porque estaremos sempre cheios de gratidão aos nossos pais e nossa família, e cheios de muitas lembranças boas que iremos levar da nossa fase de pós-graduação.

Obrigada a cada uma de vocês por todas as horas perdidas em conversas intermináveis que só nos faziam perceber o quanto não sabemos de nada, e que talvez por este mesmo motivo nos fizeram sempre respeitar a todos ao nosso redor, e continuar aprendendo um pouco mais a cada dia que se passa.

É indescritível a falta que vocês farão (já fazem) nos meus dias. Eu amo vocês meus queridos irmãos.

Agradecimentos Especiais

- Aos professores **José Vitor Quinelli Mazaro** e **Adriana Cristina Zavanelli**, grandes amigos e grandes exemplos que eu procuro seguir na minha carreira acadêmica. Me acolheram e me ensinaram coisas novas desde o primeiro dia de pós-graduação ou até mesmo desde a minha época de graduação. Grandes ensinadores que eu sou muito grata por conviver de perto e poder fazer parte junto a vocês de diferentes projetos e realizações. Meu eterno agradecimento por tudo e todas oportunidades que vocês me proporcionaram. Espero tê-los sempre ao meu lado e poder ser uma grande companheira de profissão.

- À minha amiga/irmã **Laura Molinar Franco**, que junto comigo conquistou minhas vitórias e aprendeu com meus tropeços. Ao meu lado desde os nossos primeiros dias de Araçatuba e minha companheira nas melhores e nas piores situações durante todos esses nossos quase 10 anos juntas. Compartilhou comigo sua família, seus amigos e principalmente seus sentimentos, que me fizeram torcer e sofrer com você por muitas vezes. Obrigada a Deus por ter colocado alguém como você nos meus dias, e obrigada você por todos estes anos de companheirismo e compreensão que levaremos para sempre em nossas vidas. Te amo.

- Às minhas amigas **Hiskell Francine Fernandes e Oliveira** e **Jéssica Marcela de Luna Gomes**, que vieram no momento certo deixar o nosso grupo um pouco mais cor de rosa. A amizade de vocês é coisa de Deus e eu só tenho a agradecer por ter tido a oportunidade de conhecê-las e poder me aproximar de vocês a tempo de criarmos esta grande amizade que vamos levar para sempre. Nosso carinho e cuidado uma com a outra, além de todas as nossas bagunças, fizeram nossos dias mais agradáveis e com certeza vão fazer com que as saudades sejam ainda maiores. Contem comigo para o que precisarem, porque eu estarei sempre disposta ao lado de vocês para ajudar no que for preciso. Amo vocês.

- Aos meus dois amigos e amores **Fabiane Arruda** e **Michel Deusdete**. Não posso esquecer de vocês em nenhum minuto quando eu agradeço esta grande conquista. Foram nossos treinos que aliviaram a grande maioria das minhas tensões, e que me deram noites mais tranquilas e dias mais alegres. Minha amiga Fabi, gema, uma amiga que Deus me deu, que estará para sempre comigo e que irá fazer falta em todos os dias que estiver longe, e o Michel um grande pai/amigo/irmão que Deus me deu para tornar os meus dias muito mais saudáveis e cheios de amor, de luz e de humildade. Amo muito vocês e vocês também fazem parte desta minha vitória.

Agradecimentos Especiais

- À **Kadu Gevartosky do Amaral**, um grande companheiro. Chegou em dias difíceis e fez com que eles ficassem cheios de alegria e de esperança. Segurou muitos choros e muitas incertezas, e sempre com um sorriso no rosto me fez a cada dia, ver o quanto eu sou capaz de lutar por todos meus objetivos e alcançar os meus sonhos. Despertou em mim a vontade de querer ser alguém melhor, e foi por muitas vezes o meu melhor amigo e a representação da minha família ao meu lado. Obrigada por tudo.

Agradecimentos Especiais

- À Conexão Sistemas de Prótese Ltda., pelo apoio no desenvolvimento deste projeto.
- À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP - Processo 2011/06311-5 pelo financiamento de parte desta pesquisa no caráter de Auxílio Regular.
- À Fundação CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo financiamento de parte desta pesquisa no caráter de Bolsa de Doutorado por 24 meses.
- Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – pelo financiamento deste trabalho no caráter de Bolsa de Doutorado por 12 meses (Processo: 165406/2015-1).

Agradecimientos



Agradecimentos

- Ao Professor Adj. **André Luiz Fraga Briso**, Coordenador do programa de Pós-Graduação desta Faculdade, que contribui na liderança e incentivo aos alunos de pós-graduação.

- À Professora Adj. **Maria José Hitomi Nagata**, Coordenadora do programa de Pós-Graduação desta Faculdade e que acima de tudo acreditou em minha capacidade e comprometimento, me proporcionando a oportunidade de ter o primeiro contato com a rotina científica odontológica. Uma pessoa admirável em sua competência e um exemplo para todos os alunos e colegas de profissão. Me orientou no desenvolvimento de minha iniciação científica, além de apoiar prontamente a minha decisão ao escolher a área da Prótese Dentária. Obrigada pelo apoio, pela ajuda e por todos os ensinamentos.

- À família periodontia, em especial nos nomes de **Natália Marcumini Pola, Natália Campos e Carolina dos Santos Santinoni**, que se disponibilizaram com todo o carinho e paciência a me ensinar o que fosse necessário para meu crescimento e desenvolvimento durante a iniciação científica. Obrigada pelos dias em que trabalhamos juntas. Vocês são muito especiais.

- As minhas amigas, **Carolinne Machado Marinho, Camila de Assis Vianna, Thays Cristina de Carvalho Rodrigues e Stefania de Oliveira Abatte**, que acompanharam todo o meu caminho pela pós-graduação, sempre com palavras de carinho e de incentivo para que eu conseguisse continuar em busca dos meus objetivos. Independente da distância continuamos juntas e mantendo uma linda amizade que se Deus quiser se perdurará para sempre.

- Aos meus queridos amigos **Rodrigo Antônio Medeiros, Adhara Smith Nobrega, Agda Marobo Andreotti e Aljomar Vechiato** que foram grandes companheiros de jornada e da vida. Começamos juntos, crescemos juntos e agora cada um em seu tempo está começando a trilhar caminhos diferentes, e que se Deus quiser, cheios de muito sucesso e muitas vitórias. Contem sempre comigo para o que precisarem. Tenho um carinho especial por vocês.

- Aos amigos de Pós-Graduação **Emily Silva, Mariana Vilela e Sandro Bittencourt** pelo convívio, carinho e pela experiência mútua. Vocês são amigos que eu tenho uma grande admiração. Obrigada por todos os momentos de descontração e por todos os abraços nos

Agradecimentos

momentos difíceis. Tenho um carinho especial por cada um de vocês e espero que nossas amizades se mantenham para sempre.

- Aos **colegas de Pós-Graduação e Graduação** que tiveram convivência, mas que não é possível citar aqui.

- Especiais agradecimentos à pós-doutoranda **Graziella Ávila Prado Galhano**, que esteve presente durante o desenvolvimento de uma parte experimental que compõe esta tese, além de ter compartilhado comigo seus conhecimentos que só me engrandeceram, e fizeram com que eu conseguisse me estabelecer na linha de pesquisa dos sistemas CAD-CAM. Obrigada pela ajuda, pelo apoio e pela compreensão.

- A todos os **docentes, técnicos e funcionários** do departamento de Materiais Dentários e Prótese, com quem convivi ao longo destes anos e que fizeram a nossa universidade se tornar um ambiente familiar e agradável para trabalhar, estudar e confraternizar.

- À Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, na pessoa de seu diretor, professor Tit. **Wilson Roberto Poi** pela oportunidade e honra de realizar este curso de Doutorado.

- A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

- À **Deus**, por me abençoar a cada dia me fazendo renovar minhas esperanças a cada amanhecer. Por ter guiado e iluminado cada uma de minhas decisões tomadas ao longo de todos estes anos. Por minha vida, saúde, sabedoria, família e amigos. **Obrigada Senhor.**

Επίγραφε



“O saber a gente aprende com os mestres e os livros. A sabedoria se aprende com a vida e com os humildes.”

Cora Coralina.

Resumo e Abstract



Resumo Geral

Avaliação da precisão e distribuição de tensões em próteses fixas sobre implantes de hexágono externo obtidas por diferentes sistemas CAD-CAM

Introdução: Os sistemas CAD-CAM tem sido responsáveis por automatizar a produção odontológica, otimizando o tempo e tornando este processo cada vez mais viável. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi mensurar as desadaptações marginais vertical (DMV) e horizontal positiva (DMHP) e negativa (DMHN) de PPF de zircônia confeccionadas por diferentes sistemas CAD-CAM e por um método convencional, e analisar pelo MEF-3D (método dos elementos finitos tridimensionais) a influência das desadaptações no comportamento biomecânico das estruturas protéticas. Além disso, confeccionar uma revisão sistemática e meta-análise comparando os estudos da literatura que tenham avaliado a desadaptação marginal de próteses e componentes protéticos implantossuportados confeccionados pelos sistemas CAD-CAM e pelo método convencional da fundição por cera perdida. **Materiais e Métodos:** Quarenta infraestruturas (n=10) foram confeccionadas (G1: Cerec Bluecam, G2: iTero, G3: 3Series, G4: Ni-Cr), e randomizadas para mensuração das desadaptações. Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com nível de significância à 5%. Os valores médios de DMV de cada grupo foram utilizados para a confecção de 6 modelos pelo MEF-3D, submetidos à aplicação de forças axiais e oblíquas. Os resultados foram visualizados através de mapas de tensão Von Mises. A revisão sistemática foi desenvolvida de acordo com o PRISMA e registrada na plataforma PROSPERO (CRD42017055685). **Resultados:** Os resultados do capítulo 1 foram: o método convencional apresentou menores valores de desadaptação vertical do que os sistemas CAD-CAM ($p<0.05$). Os sistemas CAD-CAM apresentaram menores valores de DMHN ($p=0.014$) e o método convencional não apresentou valores de DMHP. Na análise biomecânica, o carregamento oblíquo concentrou uma maior quantidade de tensões do que o carregamento axial, em todas as situações avaliadas. Os modelos adaptados apresentaram comportamento biomecânico mais favorável do que os modelos desadaptados, enquanto pequenas variações de desadaptações não influenciaram de maneira significativa no padrão de distribuição de tensões entre os modelos analisados. O parafuso protético foi a estrutura que concentrou a maior quantidade de tensões. Os resultados do capítulo 2 foram: 12 estudos elegíveis e publicados de 2011 a 2017, avaliados qualitativamente e quantitativamente por meio da realização de uma meta-análise. Na análise geral os sistemas CAD-CAM apresentaram menores valores de desadaptação do que o método convencional ($p<0.03$). Para as próteses unitárias ($p<0.00001$) e parafusadas ($p=0.01$) os sistemas CAD-CAM também foram

Resumo Geral

superiores ao método convencional. **Conclusões:** 1) O método de confecção utilizado influenciou as adaptações das infraestruturas, tanto para as medidas verticais quanto para as medidas horizontais, sendo o método convencional o mais preciso e o Sistema Cerec Bluecam o menos favorável; 2) A desadaptação influenciou na distribuição das tensões nas estruturas protéticas, sendo as próteses adaptadas mais favoráveis biomecanicamente do que as próteses desadaptadas; 3) A partir da meta-análise pode-se concluir que os sistemas CAD-CAM foram mais favoráveis do que o método convencional na confecção de restaurações implantossuportadas unitárias e parafusadas.

Palavras-Chave: Implantes dentários, Prótese dentária, Projeto auxiliado por computador, Análise de elementos finitos, Fenômenos biomecânicos, Revisão sistemática

General Abstract

Evaluation the accuracy and stress distribution 3-unit fixed prostheses on external hexagon implants obtained by different CAD-CAM systems

Background: CAD-CAM systems in dentistry automate production, thus optimizing time and making the process even more convenient. **Purpose:** The aim of this study was to measure vertical (VMD) and positive (PHMD) and negative horizontal (NHMD) marginal discrepancy of FPD frameworks made by different CAD-CAM systems (zirconia Y-TZP) and conventional method (cast), and to analyze by FEA-3D the biomechanical performance of implant-prosthesis misfit. In addition, to do a systematic review and meta-analysis comparing studies in the literature that have evaluated the marginal misfit of prostheses and implant-supported prosthetic components made by the CAD-CAM systems and the conventional method of lost-wax casting. **Material and Methods:** Forty frameworks (n=10) were fabricated (G1: Cerec Bluecam, G2: iTero, G3: 3Series, G4: Ni-Cr) and were randomized, to measure the misfits. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA), with significance level at 5%. The average values of DMV of each group were used to make six models using FEA-3D, applying axial and oblique loads. The results were analyzed using maps of Von Mises stresses, for each model. The systematic review was developed according to PRISMA statement and was register in the PROSPERO (International prospective register of systematic reviews) (CRD42017055685). **Results:** The results of chapter 1 were: the conventional method showing the lowest values of vertical misfit compared to CAD-CAM systems ($p < 0.05$). The CAD-CAM systems showing lowest values of PHMD ($p = 0.014$) and the conventional method did not present values of NHMD. In the biomechanical analysis, the oblique loading concentrated a greater amount of stresses than the axial loading, in all situations evaluated. The fit models presented the most favorable biomechanical performance compared to misfit models and slight variations in misfit values did not influence significantly the pattern of stress distribution between the analyzed models. The screw was the prosthetic component that concentrated the highest amount of stresses. The results of chapter 2 were: 12 eligible studies published between 2011 and 2017, qualitative and quantitative evaluated by the meta-analysis. In general analysis the CAD-CAM systems presented the lowest values compared to conventional method ($p < 0.03$). For the single-unit ($p < 0.00001$) and screwed ($p = 0.01$) implant-supported prosthesis the CAD-CAM systems were also superior to conventional method. **Conclusions:** 1) The marginal vertical and horizontal misfit were influenced by the frameworks manufacturing technique, being the conventional method the most favorable and the Cerec Bluecam system the less favorable; 2) The marginal misfit was

General Abstract

more damaging to stress distribution in the implant-prosthesis, with the fit models being more favorable than the misfit ones and the variations of the misfit between the groups were not significant in the stress generated in the implant-supported components; 3) From the meta-analysis it can be concluded that the CAD-CAM systems were more favorable than conventional method to fabricate single-unit and screwed implant-supported prosthesis.

Keywords: Dental Implants, Dental Prosthesis, Computer-Aided Design, Finite Element Analysis, Biomechanical Phenomena, Systematic review

Lísten e Sumário



Lista de Figuras

CAPÍTULO 1

- Figura 1** Imagem ilustrativa da matriz e dos implantes que foram utilizados. **39**
- Figura 2** Análise comparativa dos sistemas CAD-CAM e Método convencional para DMV. Sinais diferentes indicam $p < 0.05$. **49**
- Figura 3** Análise comparativa entre os grupos avaliados para DMV. Letras diferentes indicam $p < 0.05$. G1: Cerec Bluecam, G2: iTero, G3: 3Series, G4: Método convencional. **49**
- Figura 4** Análise comparativa para DMHN dos sistemas CAD-CAM e Método convencional. Sinais diferentes indicam $p < 0.05$. **51**
- Figura 5** Mapa de Tensão de von Mises: vista interna das infraestruturas. Carregamento axial. C1: infraestrutura de zircônia adaptada, C2: infraestrutura metálica adaptada, G1: infraestrutura de zircônia desadaptada - Cerec Bluecam, G2: infraestrutura de zircônia desadaptada - iTero, G3: infraestrutura de zircônia desadaptada - 3Series, G4: infraestrutura de metal desadaptada - método convencional. **53**
- Figura 6** Mapa de Tensão de von Mises: corte sagital (anteroposterior), vista lingual das estruturas protéticas. Carregamento axial. C1: infraestrutura de zircônia adaptada, C2: infraestrutura metálica adaptada, G1: infraestrutura de zircônia desadaptada - Cerec Bluecam, G2: infraestrutura de zircônia desadaptada - iTero, G3: infraestrutura de zircônia desadaptada - 3Series, G4: infraestrutura de metal desadaptada - método convencional. **54**
- Figura 7** Mapa de Tensão de von Mises: Vista vestibular dos parafusos protéticos individualizados. Carregamento axial. C1: infraestrutura de zircônia adaptada, C2: infraestrutura metálica adaptada, G1: infraestrutura de zircônia desadaptada - Cerec Bluecam, G2: infraestrutura de zircônia desadaptada - iTero, G3: infraestrutura de zircônia desadaptada - 3Series, G4: infraestrutura de metal desadaptada - método convencional. **54**

- Figura 8** Mapa de Tensão de von Mises: vista interna das infraestruturas. Carregamento oblíquo. C1: infraestrutura de zircônia adaptada, C2: infraestrutura metálica adaptada, G1: infraestrutura de zircônia desadaptada - Cerec Bluecam, G2: infraestrutura de zircônia desadaptada - iTero, G3: infraestrutura de zircônia desadaptada - 3Series, G4: infraestrutura de metal desadaptada – método convencional. **55**
- Figura 9** Mapa de Tensão de von Mises: corte sagital (anteroposterior), vista lingual das estruturas protéticas. Carregamento oblíquo. C1: infraestrutura de zircônia adaptada, C2: infraestrutura metálica adaptada, G1: infraestrutura de zircônia desadaptada - Cerec Bluecam, G2: infraestrutura de zircônia desadaptada - iTero, G3: infraestrutura de zircônia desadaptada - 3Series, G4: infraestrutura de metal desadaptada – método convencional. **56**
- Figura 10** Mapa de Tensão de von Mises: Vista vestibular dos parafusos protéticos individualizados. Carregamento oblíquo. C1: infraestrutura de zircônia adaptada, C2: infraestrutura metálica adaptada, G1: infraestrutura de zircônia desadaptada - Cerec Bluecam, G2: infraestrutura de zircônia desadaptada - iTero, G3: infraestrutura de zircônia desadaptada - 3Series, G4: infraestrutura de metal desadaptada – método convencional. **56**
- CAPÍTULO 2**
- Figura 1** Fluxograma da pesquisa bibliográfica e resultados. **83**
- Figura 2** Gráfico “*Forest plot*” da análise geral realizada com os valores de desadaptação marginal dos sistemas CAD-CAM versus técnica convencional da fundição por cera perdida. **86**
- Figura 3** Gráfico “*Forest plot*” da análise realizada com os valores de desadaptação marginal de restaurações implantossuportadas unitárias. Sistemas CAD-CAM versus técnica convencional da fundição por cera perdida. **86**

Listas

- Figura 4** Gráfico “*Forest plot*” da análise realizada com os valores de desadaptação marginal de próteses fixas implantossuportadas. Sistemas CAD-CAM versus técnica convencional da fundição por cera perdida. **87**
- Figura 5** Gráfico “*Forest plot*” da análise realizada com os valores de desadaptação marginal de restaurações implantossuportadas cimentadas. Sistemas CAD-CAM versus técnica convencional da fundição por cera perdida. **87**
- Figura 6** Gráfico “*Forest plot*” da análise realizada com os valores de desadaptação marginal de restaurações implantossuportadas parafusadas. Sistemas CAD-CAM versus técnica convencional da fundição por cera perdida. **88**

Lista de Tabelas

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Grupos experimentais.	39
Tabela 2	Especificações dos modelos.	44
Tabela 3	Propriedades dos Materiais.	46
Tabela 4	Valores médios de desadaptação marginal vertical (μm), de cada ponto em cada grupo, obtidos pela microscopia óptica e utilizados na geração dos modelos de elementos finitos	52

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Pergunta PICO.	77
Tabela 2	Características dos estudos incluídos.	80
Tabela 3	Razões para a exclusão de 33 artigos.	84

Lista de Abreviaturas e Siglas

CAD-CAM	=	<i>Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing</i> – Desenho Assistido por Computador e Manufatura Assistida por Computador
MEF	=	Método dos Elementos Finitos Tridimensionais
2D	=	Duas dimensões ou Bidimensional
3D	=	Três dimensões ou Tridimensional
DMV	=	Desadaptação ou Discrepância Marginal Vertical
DMH	=	Desadaptação ou Discrepância Marginal Horizontal
DMHP	=	Desadaptação ou Discrepância Marginal Horizontal Positiva
DMHN	=	Desadaptação ou Discrepância Marginal Horizontal Negativa
HE	=	Hexágono Externo
g	=	Gramas
ml	=	Milímetros
psi	=	<i>Pound force per square inch</i> – <i>Libra por polegada ao quadrado</i>
s	=	Segundos
rpm	=	Rotações por minuto
STL.	=	<i>Stereolithography</i>
UCLA	=	Universal castable implant abutment
N	=	<i>Newtons</i>
µm	=	Micrômetros
PM	=	Pré-molar
M	=	Molar

Listas

Y-TZP	=	Zircônia Policristalina Estabilizada por Ítria
Ni-Cr	=	Níquel-Cromo
CTI	=	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer
VM		Mapa de tensão de von Mises
MPa		Megapascal
PICO		<i>Population/Intervention/Comparsion/Outcome</i>
PRISMA		<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
IC		Intervalo de Confiança
MD		<i>Mean difference</i>
NiCrMo		Liga metálica de Níquel-Cromo-Molibdênio
NiCr		Liga de Níquel-Cromo
AgPd		Liga de Prata-Paládio
CoCr		Liga de Cromo-Cobalto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	30
2 CAPÍTULO 1 - Avaliação da precisão e distribuição de tensões em próteses fixas sobre implantes de hexágono externo obtidas por diferentes sistemas CAD-CAM	33
2.1 RESUMO	34
2.2 ABSTRACT	35
2.3 INTRODUÇÃO	36
2.4 PROPOSIÇÃO	38
2.5 MATERIAIS E MÉTODOS	39
2.6 RESULTADOS	48
2.7 DISCUSSÃO	57
2.8 CONCLUSÃO	61
2.9 AGRADECIMENTOS	62
2.10 REFERÊNCIAS	63
3 CAPÍTULO 2 - Sistemas CAD-CAM versus Técnica convencional na fabricação de próteses implantossuportadas: uma revisão sistemática e meta-análise.	71
3.1 RESUMO	72
3.2 ABSTRACT	73
3.3 INTRODUÇÃO	74
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS	77
3.5 RESULTADOS	83
3.6 DISCUSSÃO	89
3.7 CONCLUSÃO	92
3.8 REFERÊNCIAS	93
ANEXOS	106

*INTRODUÇÃO
GERAL*



INTRODUÇÃO GERAL

A odontologia como uma das áreas das ciências da saúde, visa principalmente a manutenção da saúde oral por meio da preservação ou reestabelecimento funcional e estético. A prótese dentária especificamente lida com a reposição de tecidos e estruturas bucais que foram perdidas, e ainda é subdividida em pequenas subáreas de acordo com fatores como a extensão, o suporte e a fixação.¹

A prótese sobre implante, é uma das modalidades protéticas que vem se destacando nas últimas décadas devido aos resultados promissores que tem apresentado diante de condições clínicas significativas de perdas dentárias.^{2,3} Entretanto, por ser uma modalidade que vive um constante processo de evolução ainda é capaz de originar diferentes questionamentos aos clínicos e pesquisadores.

Juntamente, à evolução das modalidades protéticas encontra-se o aperfeiçoamento progressivo dos materiais e técnicas disponíveis para a execução de uma prótese dentária, e neste contexto que os sistemas completamente digitalizados, conhecidos como sistemas CAD-CAM (*Computer-Aided Design* e *Computer-Aided Manufacturing*) foram introduzidos na odontologia desde meados dos anos de 1970, revolucionando de maneira significativa todo o mercado odontológico, e a qualidade do tratamento reabilitador que tem sido oferecido aos pacientes.^{4,5}

Entretanto, observa-se que os sistemas CAD-CAM entraram em uso com uma pequena carga de pesquisas que comprovem que a tecnologia existente no momento, é suficiente para resolver as mais diversas situações clínicas; e por este motivo é nítido um crescente número de estudos que vem sendo realizados para verificar a precisão dos sistemas CAD-CAM, mesmo estes já estando em uso.⁶⁻¹¹

A literatura encontra-se controversa com relação ao uso dos sistemas CAD-CAM quando comparados com técnicas convencionais de produção odontológica. Apesar de

resultados promissores estarem sendo observados para os sistemas CAD-CAM,¹²⁻¹⁴ estudos como o de Zaghoul & Younis et al.,¹⁵ Abdel-Azim et al.¹⁶ e Bayramoglu et al.,¹⁷ realizados para comparar dentre outras coisas, a desadaptação marginal de próteses e componentes protéticos implantossuportados confeccionados pelos sistemas CAD-CAM e pelo método convencional da fundição por cera perdida, observaram uma melhor precisão de adaptação com o uso do método convencional; ou ainda, estudos como de Presotto et al.¹⁸ observaram valores semelhantes de desadaptação entre as próteses implantossuportadas confeccionadas pelos sistemas CAD-CAM e pelo método convencional da fundição por cera perdida.

Desta forma, verifica-se claramente a necessidade em se desenvolver estudos visando verificar a real funcionalidade e precisão dos sistemas CAD-CAM para a confecção de restaurações e componentes protéticos implantossuportados, observando se a tecnologia existente até então, já é capaz de superar os métodos convencionalmente utilizados ou se ainda são necessárias adaptações significantes nestes sistemas digitalizados advindos das indústrias aeroespacial e automobilística, para então se tornarem mais confiáveis e precisos para o uso em grande escala na produção odontológica.

3.7 CONCLUSÃO

Os sistemas CAD-CAM foram mais precisos na confecção de restaurações implantossuportadas unitárias e parafusadas, quando comparados ao método convencional da fundição por cera perdida. Entretanto, não foi observada diferença significativa entre as técnicas avaliadas, na confecção de próteses parciais fixas e coroas cimentadas implantossuportadas.

3.8 REFERÊNCIAS

1. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: A 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21:772–777.
2. den Hartog L, Slater JJ, Vissink A, Meijer HJ, Raghoobar GM. Treatment outcome of immediate, early and conventional single-tooth implants in the aesthetic zone: A systematic review to survival, bone level, soft-tissue, aesthetics and patient satisfaction. *J Clin Periodontol* 2008; 35:1073–1086.
3. Abdel-Azim T, Zandinejad A, Elathamna E, Lin W, Morton D. The influence of digital fabrication options on the accuracy of dental implant-based single units and complete-arch frameworks. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29:1281-8. doi: 10.11607/jomi.3577. Epub 2014 Sep 26.
4. Yeo IS. Reality of dental implant surface modification: a short literature review. *Open Biomed Eng J* 2014;31; 8:114-9. doi: 10.2174/1874120701408010114. eCollection 2014.
5. Anitua E, Piñas L, Murias A, Prado R, Tejero R. Effects of calcium ions on titanium surfaces for bone regeneration. *Colloids Surf B Biointerfaces* 2015 1;130:173-81. doi: 10.1016/j.colsurfb.2015.04.006. Epub 2015 Apr 8.
6. Annunziata M, Guida L. The Effect of Titanium Surface Modifications on Dental Implant Osseointegration. *Front Oral Biol* 2015; 17:62-77. doi: 10.1159/000381694. Epub 2015 Jul 20.
7. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010; 38:553-9. doi: 10.1016/j.jdent.2010.03.015. Epub 2010 Apr 8.

-
8. Liu PR, Essig ME. A Panorama of Dental CAD-CAM Restorative Systems. *Compend Contin Educ Dent* 2008; 29:482, 484, 486-488.
 9. Bayramoğlu E, Özkan YK, Yıldız C. Comparison of marginal and internal fit of press-on-metal and conventional ceramic systems for three- and four-unit implant-supported partial fixed dental prostheses: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2015; 114:52-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.01.002. Epub 2015 Apr 7.
 10. Martins LM, Lorenzoni FC, Melo AO, Silva LM, Oliveira JL, Oliveira PC, Bonfante G. Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. *J Appl Oral Sci* 2012; 20:235-40.
 11. Blackman R, Baez R, Barghi N. Marginal accuracy and geometry of cast titanium copings. *J Prosthet Dent* 1992; 67:435-40.
 12. Valderrama S, Van Roekel N, Andersson M, Goodacre CJ, Munoz CA. A comparison of the marginal and internal adaptation of titanium and gold-platinum-palladium metal ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 29-37.
 13. Priest G. Virtual-designed and computer-milled implant abutments. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63(suppl 2):22-32.
 14. Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD-CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005; 32:441-447.
 15. Naert I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil* 2005; 32:51-57.
 16. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N, et al. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 237-244.

-
17. Abduo J, Bennani V, Waddell N, Lyons K, Swain M. Assessing the fit of implant fixed prostheses: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010; 25:506-15.
 18. Michalakis KX, Hirayama H, Garefis PD. Cement-retained versus screw-retained implant restorations: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18:719-28.
 19. Buzayan MM, Yunus NB. Passive Fit in Screw Retained Multi-unit Implant Prosthesis Understanding and Achieving: A Review of the Literature. *J Indian Prosthodont Soc* 2014; 14:16-23. doi: 10.1007/s13191-013-0343-x. Epub 2013 Dec 28.
 20. de França DG, Morais MH, das Neves FD, Barbosa GA. Influence of CAD-CAM on the fit accuracy of implant-supported zirconia and cobalt-chromium fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2015; 113:22-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.07.010. Epub 2014 Sep 30.
 21. Att W, Hoischen T, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of all-ceramic crowns on implant abutments. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008; 10:218-25.
 22. Kahramanoglu E, Kulak-Ozkan Y. Marginal and internal adaptation of different superstructure and abutment materials using two different implant systems for five-unit implant-supported fixed dental prosthesis: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28:1207-16.
 23. Kunavisarut C, Lang LA, Stoner BR, Felton DA. Finite element analysis on dental implant-supported prostheses without passive fit. *J Prosthodont* 2002; 11:30-40.

-
24. Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed dental prosthesis, generated with three different CAD-CAM systems. *Eur J Oral Sci* 2005; 113:174-9.
 25. Karl M, Graef F, Wichmann M, Beck N. Microfractures in metal-ceramic and all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses caused by superstructure fixation. *Dent Mater J* 2012; 31:338-45.
 26. de França DG, Morais MH, das Neves FD, Carreiro AF, Barbosa GA. Precision Fit of Screw-Retained Implant-Supported Fixed Dental Prostheses Fabricated by CAD-CAM, Copy-Milling, and Conventional Methods. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2016 5. doi: 10.11607/jomi.5023. [Epub ahead of print]
 27. Nejatidanesh F, Shakibamehr AH, Savabi O. Comparison of Marginal and Internal Adaptation of CAD-CAM and Conventional Cement Retained Implant-Supported Single Crowns. *Implant Dent* 2016; 25:103-8. doi: 10.1097/ID.0000000000000346.
 28. Prasad R, Al-Kheraif AA. Three-dimensional accuracy of CAD-CAM titanium and ceramic superstructures for implant abutments using spiral scan microtomography. *Int J Prosthodont* 2013; 26:451-7. doi: 10.11607/ijp.3302.
 29. Fernández M, Delgado L, Molmeneu M, García D, Rodríguez D. Analysis of the misfit of dental implant-supported prostheses made with three manufacturing processes. *J Prosthet Dent* 2014; 111:116-23. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.09.006. Epub 2013 Oct 28.
 30. de Araújo GM, de França DG, Silva Neto JP, Barbosa GA. Passivity of conventional and CAD-CAM fabricated implant frameworks. *Braz Dent J* 2015; 26:277-83. doi: 10.1590/0103-6440201300145.

-
31. Romero GG, Engelmeier R, Powers JM, Canterbury AA. Accuracy of three corrective techniques for implant bar fabrication. *J Prosthet Dent* 2000; 84:602–607.
 32. Alfadda SA. Vertical marginal gap evaluation of conventional cast and computer numeric controlled-milled titanium full-arch implant-supported frameworks. *Int J Prosthodont* 2014; 27:517-22. doi: 10.11607/ijp.4134.
 33. Abduo J, Lyons K, Bennani V, Waddell N, Swain M. Fit of screw-retained fixed implant frameworks fabricated by different methods: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2011; 24:207-20.
 34. Zaghoul HH, Younis JF. Marginal fit of implant-supported all-ceramic zirconia frameworks. *J Oral Implantol* 2013; 39:417-24. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-11-00103.
 35. Presotto AG, Bhering CL, Mesquita MF, Barão VA. Marginal fit and photoelastic stress analysis of CAD-CAM and overcast 3-unit implant-supported frameworks. *J Prosthet Dent* 2016. pii: S0022-3913(16)30279-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.06.011. [Epub ahead of print]
 36. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg* 2010; 8:336-41. doi: 10.1016/j.ijssu.2010.02.007. Epub 2010 Feb 18.
 37. Lemos CA, Mello CC, dos Santos DM, Verri FR, Goiato MC, Pellizzer EP. Effects of platelet-rich plasma in association with bone grafts in maxillary sinus augmentation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016a; 45:517-25. doi: 10.1016/j.ijom.2015.07.012. Epub 2016 Jan 6.
 38. Lemos CA, Verri FR, Batista VE, Júnior JF, Mello CC, Pellizzer EP. Complete overdentures retained by mini implants: A systematic review. *J Dent* 2016b;

-
22. pii: S0300-5712(16)30241-X. doi: 10.1016/j.jdent.2016.11.009. [Epub ahead of print]
39. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33:159-74.
40. Karataşlı O, Kursoğlu P, Capa N, Kazazoğlu E. Comparison of the marginal fit of different coping materials and designs produced by computer aided manufacturing systems. *Dent Mater J.* 2011;30(1):97-102. Epub 2011 Jan 26.
41. Fernández M, Delgado L, Molmeneu M, García D, Rodríguez D. Analysis of the misfit of dental implant-supported prostheses made with three manufacturing processes. *J Prosthet Dent.* 2014 Feb;111(2):116-23. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.09.006. Epub 2013 Oct 28.
42. Katsoulis J, Mericske-Stern R, Rotkina L, Zbären C, Enkling N, Blatz MB. Precision of fit of implant-supported screw-retained 10-unit computer-aided-designed and computer-aided-manufactured frameworks made from zirconium dioxide and titanium: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Feb;25(2):165-74. doi: 10.1111/clr.12039. Epub 2012 Oct 2.
43. de Araújo GM, de França DG, Silva Neto JP, Barbosa GA. Passivity of conventional and CAD/CAM fabricated implant frameworks. *Braz Dent J.* 2015 May-Jun;26(3):277-83. doi: 10.1590/0103-6440201300145.
44. Lang LA, Sierraalta M, Hoffensperger M, Wang RF. Evaluation of the precision of fit between the Procera custom abutment and various implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18:652-8.
45. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. An in vitro evaluation of titanium, zirconia, and alumina procera abutments with hexagonal connection. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006; 21: 575-80.

-
46. Sannino G, Gloria F, Schiavetti R, Ottria L, Barlattani A. Dental Wings CAD-CAM system precision: an internal and marginal fit sperimental analisys. *Oral Implantol (Rome)* 2009; 2:11-20. Epub 2010 Apr 20.
47. Baldassarri M, Hjerppe J, Romeo D, Fickl S, Thompson VP, Stappert CF. Marginal accuracy of three implant-ceramic abutment configurations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27:537-43.
48. de Moraes Alves da Cunha T, de Araújo RP, da Rocha PV, Amoedo RM. Comparison of fit accuracy between Procera® custom abutments and three implant systems. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012; 14:890-5. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00323.x. Epub 2010 Dec 22.
49. Karl M, Graef F, Wichmann M, Krafft T. Passivity of fit of CAD-CAM and copy-milled frameworks, veneered frameworks, and anatomically contoured, zirconia ceramic, implant-supported fixed prostheses. *J Prosthet Dent* 2012; 107:232-8. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60067-5.
50. 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; 23:676-81. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02219.x. Epub 2011 Jun 2.
51. Sumi T, Braian M, Shimada A, Shibata N, Takeshita K, Vandeweghe S, Coelho PG, Wennerberg A, Jimbo R. Characteristics of implant-CAD-CAM abutment connections of two different internal connection systems. *J Oral Rehabil* 2012; 39:391-8. doi: 10.1111/j.1365-2842.2011.02273.x. Epub 2011 Dec 19.
52. Al-Abdullah K, Zandparsa R, Finkelman M, Hirayama H. An in vitro comparison of the accuracy of implant impressions with coded healing abutments and

different implant angulations. *J Prosthet Dent* 2013; 110:90-100. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60346-7.

53. Hamilton A, Judge RB, Palamara JE, Evans C. Evaluation of the fit of CAD-CAM abutments. *Int J Prosthodont* 2013; 26:370-80. doi: 10.11607/ijp.3501.

54. Katsoulis J, Mericske-Stern R, Yates DM, Izutani N, Enkling N, Blatz MB. In vitro precision of fit of computer-aided design and computer-aided manufacturing titanium and zirconium dioxide bars. *Dent Mater* 2013; 29:945-53. doi: 10.1016/j.dental.2013.07.004. Epub 2013 Jul 25.

55. Martinez-Rus F, Ferreiroa A, Ozcan M, Pradies G. Marginal discrepancy of monolithic and veneered all-ceramic crowns on titanium and zirconia implant abutments before and after adhesive cementation: a scanning electron microscopy analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28:480-7. doi: 10.11607/jomi.2759.

56. Park JI, Lee Y, Lee JH, Kim YL, Bae JM, Cho HW. Comparison of fracture resistance and fit accuracy of customized zirconia abutments with prefabricated zirconia abutments in internal hexagonal implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 15:769-78. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00426.x. Epub 2012 Jan 11.

57. Pozzi A, Tallarico M, Mangani F, Barlattani A. Different implant impression techniques for edentulous patients treated with CAD-CAM complete-arch prostheses: a randomised controlled trial reporting data at 3 year post-loading. *Eur J Oral Implantol* 2013; 6:325-40.

58. Stimmelmayer M, Güth JF, Erdelt K, Happe A, Schlee M, Beuer F. Clinical study evaluating the discrepancy of two different impression techniques of four implants in an edentulous jaw. *Clin Oral Investig* 2013; 17:1929-35. doi: 10.1007/s00784-012-0885-z. Epub 2012 Dec 6.

-
59. Aktas G, Özcan N, Aydın DH, Şahin E, Akça K. Effect of digitizing techniques on the fit of implant-retained crowns with different antirotational abutment features. *J Prosthet Dent* 2014; 111:367-72. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.11.001. Epub 2013 Dec 19.
60. Büchi DL, Ebler S, Hämmerle CH, Sailer I. Marginal and internal fit of curved anterior CAD-CAM-milled zirconia fixed dental prostheses: an in-vitro study. *Quintessence Int* 2014; 45:837-46. doi: 10.3290/j.qi.a32565.
61. Gigandet M, Bigolin G, Faoro F, Bürgin W, Brägger U. Implants with original and non-original abutment connections. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; 16:303-11. doi: 10.1111/j.1708-8208.2012.00479.x. Epub 2012 Jul 16.
62. Katsoulis J, Müller P, Mericske-Stern R, Blatz MB. CAD-CAM fabrication accuracy of long- vs. short-span implant-supported FDPs. *Clin Oral Implants Res* 2015a; 26:245-9. doi: 10.1111/clr.12522. Epub 2014 Nov 3.
63. Katsoulis J, Mericske-Stern R, Enkling N, Katsoulis K, Blatz MB. In vitro precision of fit of computer-aided designed and computer-aided manufactured titanium screw-retained fixed dental prostheses before and after ceramic veneering. *Clin Oral Implants Res* 2015b; 26:44-9. doi: 10.1111/clr.12299. Epub 2013 Dec 2.
64. Ueda K, Beuer F, Stimmelmayer M, Erdelt K, Keul C, Güth JF. Fit of 4-unit FDPs from CoCr and zirconia after conventional and digital impressions. *Clin Oral Investig* 2016; 20:283-9. doi: 10.1007/s00784-015-1513-5. Epub 2015 Jun 30.
65. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. Evaluation of gold-machined UCLA-type abutments and CAD-CAM titanium abutments with hexagonal external connection and with internal connection. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23:247-52.

-
66. Oyama K, Kan JY, Kleinman AS, Runcharassaeng K, Lozada JL, Goodacre CJ. Misfit of implant fixed complete denture following computer-guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24:124-30.
67. Tahmaseb A, De Clerck R, Eckert S, Wismeijer D. Reference-based digital concept to restore partially edentulous patients following an immediate loading protocol: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011; 26:707-17.
68. Almasri R, Drago CJ, Siegel SC, Hardigan PC. Volumetric misfit in CAD-CAM and cast implant frameworks: a university laboratory study. *J Prosthodont* 2011; 20:267-74. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00709.x. Epub 2011 Apr 14.
69. Drago C, Saldarriaga RL, Domagala D, Almasri R. Volumetric determination of the amount of misfit in CAD-CAM and cast implant frameworks: a multicenter laboratory study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010; 25:920-9.
70. Ma QF, Li L, Gu XH. Marginal and internal fit of two different zirconium copings fabricated on the implant abutment. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao* 2012; 34:249-53. doi: 10.3881/j.issn.1000-503X.2012.03.011.
71. Cuiling L, Liyuan Y, Xu G, Hong S. [Influence of coping material selection and porcelain firing on marginal and internal fit of computer-aided design/computer-aided manufacturing of zirconia and titanium ceramic implant-supported crowns]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2016; 34:262-6.
72. Han HS, Yang HS, Lim HP, Park YJ. Marginal accuracy and internal fit of machine-milled and cast titanium crowns. *J Prosthet Dent* 2011; 106:191-7. doi: 10.1016/S0022-3913(11)60120-0.
73. Biscaro L, Bonfiglioli R, Soattin M, Vigolo P. An in vivo evaluation of fit of zirconium-oxide based ceramic single crowns, generated with two CAD-CAM

systems, in comparison to metal ceramic single crowns. *J Prosthodont* 2013; 22:36-41. doi: 10.1111/j.1532-849X.2012.00907.x. Epub 2012 Sep 4.

74. Alghazzawi TF, Al-Samadani KH, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Bartolucci AA, Janowski GM. Effect of imaging powder and CAD-CAM stone types on the marginal gap of zirconia crowns. *J Am Dent Assoc* 2015; 146:111-20. doi: 10.1016/j.adaj.2014.10.006.

75. Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, Hassan B, Pradies G. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clin Oral Investig* 2016; 20:799-806. doi: 10.1007/s00784-015-1590-5. Epub 2015 Sep 12.

76. Paniz G, Stellini E, Meneghello R, Cerardi A, Gobbato EA, Bressan E. The precision of fit of cast and milled full-arch implant-supported restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28:687-93. doi: 10.11607/jomi.2990.

77. Landis JR, Koch G.G, The measurement of observer agreement for categorical data, *Biometrics* 33 1977; 159–174.

78. Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent* 2007; 28:422-4, 6-8, 30-1.

79. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo É, Stimmelmayer M, Vieira LC, Güth JF. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig* 2014; 18:515-23. doi: 10.1007/s00784-013-0987-2. Epub 2013 May 29.

80. Chandrashekar S, Savadi RC, Dayalan M, Reddy GT. A comparative evaluation of the marginal adaptation of zirconium coping and nickel-chromium

copied using shoulder finish line design: an invitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2012; 12:248-51.

81. Fuster-Torres MA, Albalat-Estela S, Alcañiz-Raya M, Peñarrocha-Diago M. CAD-CAM dental systems in implant dentistry: update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009;1; 14:E141-5.

82. Morris JB. CAD-CAM options in dental implant treatment planning. *J Calif Dent Assoc* 2010; 38:333-6.

83. Keerthi S, Proussaefs P, Lozada J. Clinical and Laboratory Steps for Fabricating a Complete-Arch Fixed Prosthesis Using CAD-CAM. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2015; 35:473-80. doi: 10.11607/prd.2472.

84. Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D. CAD-CAM-fabricated removable partial-denture alloy frameworks. *Pract Proced Aesthet Dent* 2008; 20:349-51.

85. Ma S, Fenton A. Screw- versus cement-retained implant prostheses: a systematic review of prosthodontic maintenance and complications. *Int J Prosthodont.* 2015; 28:127-45. doi: 10.11607/ijp.3947.

86. Sherif S, Susarla S, Hwang J-W, Weber H-P, Wright R. Clinician and patient-reported long-term evaluation of screw- and cement-retained implant restorations: A 5-year prospective study. *Clin Oral Investig* 2011; 15:993-999.

87. Shadid R, Sadaqa N. A comparison between screw- and cement- retained implant prostheses. A literature review. *J Oral Implantol* 2012; 38:298-307.

88. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CH, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23:163-201. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02538.x.

-
89. Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD-CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent* 2004; 7:25–45.