

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

VINICIUS MALISZEWSKI PACZKOWSKI

ADAPTAÇÃO DE COROAS CONFECCIONADAS COM O SISTEMA
CAD/CAM

Porto Alegre
2016

VINICIUS MALISZEWSKI PACZKOWSKI

ADAPTAÇÃO DE COROAS CONFECCIONADAS COM O SISTEMA
CAD/CAM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador Prof. Dr. Jefferson Tomio Sanada

Porto Alegre
2016

CIP - Catalogação na Publicação

Paczkowski, Vinicius Maliszewski
Adaptação de coroas confeccionadas com o sistema
CAD/CAM / Vinicius Maliszewski Paczkowski. -- 2016.
36 f.

Orientador: Jefferson Tomio Sanada.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2016.

1. CAD/CAM. 2. Adaptação marginal. 3. Cerâmicas. 4.
Prótese dentária. 5. Adaptação interna. I. Sanada,
Jefferson Tomio, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial aos meus pais pelo incentivo ao estudo e por terem me amparado em todos os momentos da minha vida, sempre com carinho e atenção inigualáveis. À minha irmã por toda a cooperação e competição que me fez querer melhorar a cada dia.

Ao meu orientador, Professor Jefferson Tomio Sanada, exemplo de competência profissional, dedicação e determinação, pelo tempo despendido para realização deste trabalho e por ter me proporcionado a honra e a oportunidade de aprender e evoluir profissionalmente ao seu lado. Agradeço também pela amizade, respeito e zelo ao longo desses anos de convivência.

Aos professores Oswaldo Baptista de Souza Jr. e Myriam Kapczinski pelas orientações e incentivos durante as atividades clínicas, mantendo sempre o respeito com os alunos.

Aos demais professores da UFRGS que difundiram seus conhecimentos e assim contribuíram para o crescimento da minha vida acadêmica.

Enfim, a todos os meus amigos e colegas que de alguma maneira ajudaram para esta realização.

RESUMO

PACZKOWSKI, Vinicius Maliszewski. **Adaptação de coroas confeccionadas com o sistema CAD/CAM.** 2016. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

A evolução e o desenvolvimento dos sistemas CAD/CAM (Desenho Auxiliado por Computador / Usinagem Auxiliada por Computador) têm proporcionado diversos benefícios para a produção qualificada e padronizada de peças protéticas. Trata-se de uma tecnologia muito utilizada em várias indústrias e que teve a sua introdução na Odontologia no final da década de 70. Esses sistemas se baseiam em três etapas fundamentais: digitalização, planejamento virtual e produção. A atualização dos sistemas tem sido acompanhada também pelo desenvolvimento dos materiais, sobretudo das cerâmicas de uso odontológico. O ajuste preciso dos elementos protéticos é considerado essencial para garantir o sucesso das reabilitações dentárias, pois evita problemas como infiltrações e fraturas, aumentando a longevidade dos tratamentos concluídos. Este trabalho teve como objetivo, por meio de uma revisão de literatura, comparar a adaptação marginal e a adaptação interna de próteses confeccionadas por diferentes sistemas de escaneamento, de planejamento e de fresagem utilizados atualmente e por diversos tipos de materiais odontológicos empregados nessa tecnologia. Verificamos que a adaptação marginal parece ser influenciada pelo tipo de escaneamento, tipo de cimento e técnica de confecção. A zircônia densamente sinterizada de alta pureza utilizada no sistema Procera para a confecção de copings cerâmicos apresentou a menor média de fenda marginal. O escaneamento intra-oral parece demonstrar ser superior ao sistema de escaneamento extra oral em condições clínicas favoráveis, com menor variação dos valores de desadaptação marginal, porém a localização da termino cervical pode influenciar no resultado.

Palavras-chave: CAD/CAM. Adaptação marginal. Cerâmicas. Prótese dentária. Adaptação interna.

ABSTRACT

PACZKOWSKI, Vinicius Maliszewski. **Adaptation of crowns fabricated with the CAD/CAM system.** 2016. 37 p. Final Paper (Graduation in Dentistry) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

The evolution and development of CAD / CAM systems (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) has provided many benefits to qualified and standardized production of prosthetic parts. It is a technology widely used in various industries and had its introduction in dentistry in the late 70. These systems are based on three fundamental steps: scanning, virtual planning and production. The update of the systems has been accompanied also by the development of materials, particularly of dental use ceramics. The precise fit of the prosthetic elements are considered essential to ensure the success of dental rehabilitations, because it avoids problems like leaks and fractures, increasing the longevity of completed treatments. This study aimed, through a literature review, compare the marginal fit and internal adaptation of prostheses made by different scanning systems, planning and milling currently used and various types of dental materials used in this technology. We found that the marginal adaptation seems to be influenced by the type of scanning, cement type and technique of manufacture. The densely sintered zirconia high purity used in the Procera system for making ceramic copings presented the lowest average marginal gap. The intra-oral scanning seems to prove to be superior to oral extra scanning system in favorable clinical conditions, with less variation of marginal desadaptation values, but the location of cervical finish can influence the outcome.

Keywords: CAD/CAM. Marginal adaptation. Ceramics. Dental prosthesis. Internal adaptation.

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	Por cento
µm	Micrômetro
mm	Milímetro
x	Vezes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS.....	10
3 METODOLOGIA	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	12
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação oral normalmente envolve diversas especialidades da odontologia e tem como finalidade devolver função, estética e saúde. Para obter sucesso nos tratamentos é necessário um correto e criterioso planejamento. Cabe ao cirurgião-dentista aliar o conhecimento científico com os recursos tecnológicos disponíveis atualmente para proporcionar os melhores resultados aos pacientes, devolvendo qualidade de vida.

As coroas metalocerâmicas apresentam versatilidade, permitindo assim que elas possam ser usadas em elementos unitários anteriores e posteriores, em PPFs pequenas e extensas, em combinações de próteses fixas e removíveis e em próteses sobre implantes. Seu sucesso clínico depende da obediência a uma série de aspectos técnicos, principalmente aqueles relacionados aos coeficientes de expansão térmica da liga metálica e da cerâmica. A busca por materiais estéticos que apresentem propriedades mecânicas semelhantes às das próteses metalocerâmicas estimulou pesquisadores e indústrias a desenvolverem novas cerâmicas com o objetivo de substituir as infraestruturas metálicas. (PEGORARO et al., 2013).

Segundo Conceição et al. (2005), as cerâmicas odontológicas apresentam limitada capacidade de distribuir tensões localizadas por serem materiais frágeis. A fratura do material ocorre sem a presença de deformação plástica devido a propagação de fendas através da cerâmica. A tecnologia das cerâmicas tem se desenvolvido rapidamente, buscando associar a redução da contração de sinterização e o aumento da resistência com a manutenção das propriedades estéticas.

A tecnologia CAD/CAM permite a utilização de cerâmicas vítreas reforçadas por partículas e cerâmicas policristalinas para a fabricação de próteses fixas puramente em cerâmica. Nas cerâmicas reforçadas é feito um acréscimo de partículas de carga na estrutura vítrea com o intuito de melhorar as propriedades mecânicas e o comportamento de contração e expansão térmica. Alguns exemplos representativos são os cristais adicionados de dissilicato de lítio, a adição de partículas de espinélio de alumínio-magnésio, alumina, ou a combinação de alumina com zircônia. As cerâmicas policristalinas têm átomos densamente compactados,

dificultando assim a propagação de trincas e garantindo a mais alta tenacidade a fratura. A zircônia se difere das outras cerâmicas por apresentar capacidade de transformação da fase tetragonal (ocorre quando esse material é aquecido a aproximadamente 1.170 °C) para a monoclinica sob estresse mecânico ou via degradação em baixa temperatura, ocorrendo desse modo um aumento volumétrico. Atualmente existem três tipos de cerâmicas contendo zircônia: a estabilizada por ítrio, a parcialmente estabilizada por magnésio e a zircônia estabilizada por cério, embutida em uma matriz de alumina a ser posteriormente infiltrada por vidro. (PEGORARO et al., 2013).

As próteses podem ser produzidas a partir de blocos cerâmicos totalmente sinterizados ou parcialmente sinterizados, sendo necessário, nestes últimos, uma compensação de tamanho na hora da fresagem devido a posterior contração de sinterização da cerâmica. (ANUSAVICE, 2013)

Entre os diversos sistemas e técnicas para a confecção de próteses odontológicas, o CAD/CAM (*Computer aided design / Computer aided manufacturing*) é o mais inovador no processo de modificação do método de produção, promovendo uma padronização e automatização da fabricação de peças protéticas. Essa tecnologia já era difundida em vários setores industriais, quando em 1971 teve sua introdução na odontologia. (MIYAZAKI et al., 2009)

Os sistemas CAD/CAM consistem em três componentes principais: O primeiro é uma ferramenta de digitalização/scanner, que faz a varredura das estruturas a serem copiadas gerando informações que serão transmitidas a um computador. O segundo componente é o software, que irá processar a informação, gerar uma imagem tridimensional das estruturas escaneadas e permitir ao operador realizar o desenho virtual dos elementos necessários para a reabilitação protética. O software geralmente contém informações sobre os materiais que podem ser utilizados para a fabricação das peças, considerando as propriedades de cada um deles. O terceiro componente é um dispositivo de fresagem que vai realizar a produção da peça de acordo com as dimensões previamente estabelecidas no software. Esse processo de usinagem pode variar de 7 a 40 minutos dependendo do equipamento, do material utilizado e do tamanho da peça. Terminado o trabalho de fresagem, dependendo do material utilizado, existe a necessidade de levar a peça para um forno de sinterização, como no caso da zircônia, ou cristalização. (BAROUDI; IBRAHEEM, 2015).

No campo do desenho guiado por computador/fabricação guiada por computador, existem filosofias diferentes sobre o processo de fabricação das restaurações dentárias. O método conhecido como “*chairside*” refere-se aos sistemas que permitem que as três etapas de produção (digitalização, planejamento virtual e fresagem) sejam realizadas no próprio consultório, não sendo necessário enviar ao laboratório. Alguns fabricantes fornecem apenas scanners intraorais com a possibilidade de transferir o conjunto de dados para um laboratório de prótese dentária. Esse método é denominado produção centralizada. O método mais clássico, conhecido como sistema de laboratório, consiste na aquisição de modelos de gesso feitos por meio de impressões convencionais que é seguido pelo processo de digitalização do preparo utilizando um scanner extraoral e posterior produção da prótese utilizando o CAD/CAM. (KOLLMUSS et al., 2016).

Os sistemas CAD/CAM podem ser classificados em abertos e fechados e estão sofrendo constantes atualizações e inovações nos seus equipamentos. No sistema fechado os equipamentos utilizam formatos de arquivos e *softwares* que não são compatíveis com outros sistemas. Diferentes combinações de procedimentos de moldagem e digitalização, tipos de materiais utilizados e técnicas de fabricação de coroas podem afetar o tamanho e uniformidade da adaptação interna. Lacunas internas grandes e não homogêneas resultam em adversidades na adaptação marginal e na resistência de coroas cimentadas. (ANADIOTI et al., 2015).

Em comparação com os métodos convencionais, a concepção de um molde virtual e de máquinas controladas por computador deve resultar na melhoria da qualidade de ajuste entre os elementos protéticos e dentários. Idealmente, os clínicos devem considerar a odontologia baseada em evidências como um guia essencial no planejamento do tratamento bem-sucedido. (BOITELLE et al., 2014).

2 OBJETIVOS

Realizar uma revisão de literatura sobre os sistemas CAD/CAM, comparando a adaptação marginal e interna de próteses confeccionadas pelos diferentes materiais e métodos de fabricação.

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram realizadas buscas de publicações a partir de 2002 até 2015 nas bases de dados eletrônicas PubMed, SciELO e Elsevier. A pesquisa incluiu artigos em língua inglesa publicados em periódicos odontológicos. As seguintes palavras-chaves foram combinadas: “CAD/CAM”, “Internal” “adaptation” “fit” “marginal” “systems” e “ceramic”. Foram utilizados 4 estudos de revisão de literatura e 21 estudos clínicos, incluindo estudos longitudinais, transversais, ensaios clínicos e ensaios clínicos randomizados.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Os sistemas CAD/CAM foram desenvolvidos com o objetivo de simplificar o processo de confecção de próteses, aliando eficiência com precisão. Antigamente, a baixa resolução de digitalização desses sistemas e o uso de programas de planejamento inadequados, resultava em uma baixa adaptação marginal e interna. No entanto, recentes avanços da tecnologia, da engenharia e dos materiais levaram ao desenvolvimento de equipamentos de alta precisão e com softwares capazes de auxiliarem no planejamento e produção de peças protéticas que satisfaçam requisitos estéticos, mecânicos e funcionais. (MIYAZAKI et al., 2009; LEE et al., 2008).

Em um estudo *in vitro* Quintas, Oliveira e Bottino (2004) avaliaram o efeito de diferentes linhas de acabamento, técnicas de fabricação de cerâmica e cimentos sobre a discrepância vertical de copings cerâmicos. Dois molares preparados foram reproduzidos em estruturas de aço inoxidável com 2 linhas de acabamento diferentes (chanfro largo com bisel e degrau em 90°). Um total de 180 copings, sendo 60 Empress2 (E2); 60 In Ceram (IN) e 60 Procera (PC), gerou 18 grupos (n = 10). Os copings foram testados com três agentes de cimentação. Cimentos testados incluíram fosfato de zinco (ZP), ionômero de vidro modificado por resina (GI) (Fuji Plus), e cimentos de resina composta (RC) (Panavia F). Para realizar o assentamento padrão de todas as peças foi confeccionado um dispositivo de alumínio que assegurava a inserção na mesma posição e precisão dos copings de cerâmica no modelo de aço inoxidável, aplicando uma força paralela ao longo eixo do modelo. A análise realizada demonstrou diferenças entre as médias avaliadas antes e após a cimentação, sendo que após a cimentação todas as médias foram maiores. O tipo de linha de acabamento não provocou alterações significativas nas médias observadas entre os grupos. Os grupos ZP, GI, e RC não apresentaram diferenças significativas entre si conforme a linha de acabamento ou do material cerâmico utilizado. Em relação a técnica de fabricação, antes da cimentação os copings do sistema Procera apresentaram valores médios de discrepância menores (25 $\mu\text{m} \pm 9 \mu\text{m}$) quando comparados aos sistemas Empress2 (68 $\mu\text{m} \pm 47 \mu\text{m}$) e In Ceram (57 $\mu\text{m} \pm 38 \mu\text{m}$), independente do agente de cimentação e da linha de acabamento utilizados. Após a cimentação os valores médios encontrados foram de: Procera (44 $\mu\text{m} \pm 19 \mu\text{m}$), Empress2 (110 $\mu\text{m} \pm 77 \mu\text{m}$) e In Ceram (117 $\mu\text{m} \pm 85$

µm). O menor valor encontrado após a cimentação foi o do grupo Procera combinado com o agente de cimentação RC e linha de acabamento em chanfro (38 µm ± 22 µm). Considerando cada fator separadamente, a técnica de fabricação pareceu ser o fator mais importante para a discrepância vertical definitiva de todos os copings de cerâmica.

Reich et al. (2005) testaram a hipótese de que a adaptação marginal e interna de próteses parciais fixas de cerâmica fabricadas pelo CAD / CAM pode ser tão boa como nas próteses metalocerâmicas. Eles avaliaram a adaptação clínica de próteses parciais fixas de 3 elementos totalmente em cerâmica confeccionadas por três diferentes sistemas CAD/CAM. Oito estruturas foram fabricadas utilizando o sistema Digident CAD/CAM (DIGI) e oito utilizando o sistema CEREC inlab (INLA). Blocos de zircônia Vita Inceram foram utilizados em ambos os grupos. No terceiro grupo as estruturas foram fresadas utilizando blocos de zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (YZTP) no sistema LAVA (LAVA). Seis próteses parciais fixas metalocerâmicas de 3 elementos serviram como grupo teste. Todas as próteses foram avaliadas utilizando a técnica da réplica. As médias das fendas marginais foram de 75 µm para o sistema DIGI, 65 µm para o LAVA e INLA e 54 µm para as próteses parciais fixas convencionais. O sistema DIGI apresentou diferenças significativas quando comparado com as próteses parciais convencionais. No ponto médio das paredes axiais, os valores médios dos espaços foram de 94 µm para Digident, 105 µm para Lava, 154 µm para Cerec Inlab, e 75 µm para próteses convencionais. Na transição da parede axial para a oclusal e no terço oclusal os valores médios foram, respectivamente, de 197 e 326 µm para Digident, 162 e 198 µm para Lava, 198 e 359 µm para Cerec Inlab e 116 e 287 µm para as restaurações metalo-cerâmicas. Os resultados deste estudo sugerem que o sistema CAD/CAM é capaz de produzir próteses parciais fixas de 3 elementos com satisfatório uso clínico.

Reich et al. (2008) avaliaram a adaptação marginal de onlays fabricadas pelo método de aquecimento/prensagem e pelo CAD/CAM. Foram utilizados o sistema IPS Empress e o sistema CEREC 3D. Foram preparadas cavidades mesio-ocluso-distais em primeiros molares inferiores esquerdos. No total, 16 dentes foram separados em dois grupos (n=8): IPS Empress (LAB) e CEREC (Chair). Foram selecionados 11 pontos para a mensuração marginal, que foi realizada por dois diferentes examinadores. As médias gerais em relação ao gap marginal foram de 56

μm ($\pm 31 \mu\text{m}$) e $70 \mu\text{m}$ ($\pm 32 \mu\text{m}$) para os grupos LAB e Chair, respectivamente. Do ponto de vista clínico, a diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas não é pertinente, uma vez que ambos os sistemas ainda exibem uma largura de intervalo clinicamente aceitável.

Um estudo realizou a comparação das discrepâncias marginais verticais de próteses fixas metalo-cerâmicas fabricadas com a técnica da cera perdida convencional e de próteses confeccionadas com 3 tipos de zircônia pelo sistema CAD/CAM antes e após a cimentação. Gonzalo et al. (2009) produziram quarenta corpos de prova padronizados, com 2 pilares cada, para receberem uma prótese fixa de 3 elementos (do primeiro molar até o primeiro pré-molar) e dividiram as amostras em 4 grupos ($n = 10$): Lava All-ceramic (3M-ESPE), Procera Bridge Zircônia (Nobel Biocare) , VITA In-Ceram YZ 2000 (VITA) e metalocerâmica (grupo controle). O scanner correspondente à cada sistema foi utilizado para digitalizar os corpos de prova e fabricar as infraestruturas em zircônia. Para realizar a avaliação da adaptação foram selecionados 60 pontos em cada pilar e foi utilizado um software de análise de imagens juntamente com um estereomicroscópio com ampliação de 40 vezes acoplado a uma câmera. As medições foram realizadas antes e após a cimentação convencional com um agente de ionômero de vidro (Ketac Cem Easymix). A discrepância marginal média antes e após a cimentação para o grupo Lava All-Ceramic foi de $66\mu\text{m}$ e $71\mu\text{m}$, o grupo In-Ceram YZ apresentou $40 \mu\text{m}$ e $48\mu\text{m}$, o grupo metalocerâmica $67\mu\text{m}$ e $76\mu\text{m}$ e o grupo Procera Zircônia apresentou as menores discrepâncias, sendo elas de $9\mu\text{m}$ e $12\mu\text{m}$. A precisão analisada do ajuste alcançado para os 3 grupos de óxido de zircônio estava dentro do intervalo de aceitação clínica, e as diferenças foram mais baixas do que no grupo da metalocerâmica. A melhor adaptação registrada para o grupo Procera Zirconia pode ser explicada pela utilização de um scanner mecânico para a digitalização dos preparos, ao contrário dos outros sistemas que utilizam scanner óptico.

Martínez-Rus et al. (2011) analisaram o efeito de diferentes técnicas de fabricação na adaptação marginal de copings cerâmicos de zircônia. Um primeiro pré-molar inferior extraído foi preparado e, posteriormente, replicado 40 vezes em um polímero de cristal líquido (LCP). Copings cerâmicos ($n = 10$) foram fabricados nos modelos LCP usando os seguintes materiais: zircônia infiltrada por vidro combinada com alumina (In-Ceram Zircônia) e Zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (In-Ceram YZ, Cercon, e Procera Zirconia). As coroas In-

Ceram Zircônia foram fabricadas utilizando o sistema CEREC inLab com um scanner à laser para digitalizar o preparo. Para o grupo In-Ceram YZ as estruturas passaram pelo processo de fresagem com uma configuração de 20-25 % maiores para compensar a contração que ocorre no processo de sinterização e posteriormente foram sinterizadas em um forno de alta temperatura por 8 horas a 1530 ° C. As estruturas do sistema Cercon foram planejadas utilizando a técnica da cera perdida. Os padrões de cera foram digitalizados com um scanner óptico e em seguida foram para a fresagem com um tamanho 25-30% maior para compensar a contração. Posteriormente foram para o forno por 6 horas à 1350 ° C. As estruturas do sistema Procera foram fabricadas em um centro de produção remota, digitalizadas com um scanner mecânico e também passaram pelo processo de fresagem com um aumento de 25% no tamanho para compensar a futura contração durante o processo de sinterização. A discrepância marginal absoluta foi avaliada usando um sistema de análise de imagem. A média geral de fenda foi de $16,01 \pm 8,97 \mu\text{m}$. Os valores médios de abertura marginal foram de $29,98 \pm 3,97 \mu\text{m}$ para o grupo In-Ceram Zirconia, $12,24 \pm 3,08 \mu\text{m}$ para In-Ceram YZ group, $13,15 \pm 3,01 \mu\text{m}$ para o grupo Cercon e $8,67 \pm 3,96 \mu\text{m}$ para o grupo Procera. O teste ANOVA indicou que a adaptação marginal foi significativamente diferente entre os 4 sistemas, entretanto, todos eles apresentaram-se dentro do limite clinicamente aceitável.

Martins et al. (2012) investigaram o ajuste interno (IF) de coroas confeccionadas com alumina infiltrada por vidro (ICA - In-Ceram Alumina) e com zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (Y-TZP - IPS e.max ZirCAD) e de coroas metalocerâmicas (MC - liga de Ni-Cr). Foram confeccionadas 60 réplicas padronizadas de resina do primeiro molar superior preparado para servirem como base para as coroas fabricadas. Foram criados 3 grupos (n=20) de acordo com o material utilizado para a confecção das coroas. O ajuste interno foi avaliado pela técnica da réplica, que emprega um material de moldagem leve para simular a espessura da camada de cimento. Os dados foram analisados de acordo com os dados obtidos para as seguintes superfícies: espaço oclusal (OS), espaço axial (AS) e média total (TM), utilizando análise de variância dupla ANOVA com o teste de comparação múltipla de Tukey's ($p < 0.05$). Não foram detectadas diferenças entre OS ($95,42 \mu\text{m}$), AS ($83,12 \mu\text{m}$) e TM ($89,76 \mu\text{m}$) no grupo MC ($p < 0.001$). Para o grupo Y-TZP, AS ($83,93 \mu\text{m}$) foi significativamente inferior que OS ($180,90 \mu\text{m}$) e TM ($132,54 \mu\text{m}$) ($p < 0.05$). Para o grupo ICA, AS ($83,14 \mu\text{m}$) foi significativamente

diferente que OS (229,42 μm) e que TM (158,27 μm). Diferenças foram detectadas entre todas as superfícies analisadas de ambos os grupos de cerâmica pura. Entre os grupos, não foram observadas diferenças com respeito ao AS ($p < 0,001$). A média total realizada para todos os grupos ficou dentro do intervalo de aceitabilidade clínica. No entanto, o grupo das coroas metalocerâmicas demonstrou valores significativamente menores que os grupos das coroas de cerâmica, especialmente no OS.

Euán et al. (2012) avaliaram a adaptação marginal de coroas de dióxido de zircônia em preparos com duas configurações diferentes de linha de acabamento antes e depois dos ciclos de queima de porcelana, depois de um ciclo de glazeamento e após a cimentação. Vinte dentes foram preparados para receberem coroas totais. 10 foram preparados com um ombro de 90° e 10 com um chanfro em ângulo de 45° . Copings de dióxido de zircônia foram fabricados utilizando o CAD/CAM (Sistema LAVA). Passaram então por um processo de revestimento com cerâmica infiltrada por vidro de baixa fusão (IPS e.max® Ceram) e foram cimentados nos preparos utilizando um cimento resinoso (RelyX™ Unicem, Aplicap™). Medidas de adaptação marginal usando lupa estereoscópica (aumento de 40 vezes) foram realizadas em quatro etapas: copings (S1), após ciclos de queima de porcelana (S2), depois de vitrificação (S3), e após a cimentação (S4). Os valores médios (em μm) de gap marginal para o grupo com a linha de término em ombro foram de 50,13 (S1), 54,32 (S2), 55,12 (S3) e 59,83 (S4). Os valores para o grupo com o término em chanfro foram de: 63,56 (S1), 71,85 (S2), 74,12 (S3), e 76,97 (S4). A adaptação marginal foi influenciada pelo desenho da linha de acabamento. Os ciclos de queima afetaram significativamente o grupo chanfro; no entanto, o gap marginal estava dentro do intervalo de aceitação clínica.

Borba et al. (2013) avaliaram a adaptação marginal e interna de próteses parciais fixas de 3 elementos à base de zircônia (Y-ZTP – LAVA, 3M-ESPE) utilizando para isso a tecnologia de tomografia micro computadorizada (micro-CT). Modelos de aço inoxidável foram fabricados e preparados para servirem como pilares para as próteses. Dez corpos de prova foram produzidos com 2 conectores através de um sistema LAVA CAD/CAM. Cada prótese foi assentada no modelo original e digitalizada utilizando micro-CT. Os arquivos foram processados utilizando o software NRecon e CTAN. Cinco pontos de medição foram selecionados: MG - fenda marginal; CA – área do chanfro; AW - parede axial; AOT - área de transição

axio-oclusal; OA - área oclusal. MG mostrou a menor discrepância média ($42 \mu\text{m} \pm 16 \mu\text{m}$). OA teve a maior discrepância média ($125 \mu\text{m} \pm 35 \mu\text{m}$), seguido pelo ponto AOT ($105 \mu\text{m} \pm 30 \mu\text{m}$). CA e AW apresentaram valores de discrepância, respectivamente, de $66 \pm 21 \mu\text{m}$ e $65 \pm 16 \mu\text{m}$, sendo estatisticamente similares. Em diferentes pontos de medição foram observados valores distintos. Todos os valores encontrados estavam dentro de um padrão clínico aceitável.

Brawek et al. (2013) verificaram o desajuste de coroas confeccionadas a partir da impressão digital realizada por dois scanners intra-orais. Em seu estudo, também utilizaram a técnica da réplica in vivo e não teve grupo controle. Seus resultados obtidos para o grupo LAVA e para o grupo CEREC foram respectivamente: fenda marginal $51 \mu\text{m}/83 \mu\text{m}$, terço axial $130 \mu\text{m}/128 \mu\text{m}$, terço axio-oclusal $178 \mu\text{m}/230 \mu\text{m}$ e terço centro-oclusal $181 \mu\text{m}/297 \mu\text{m}$. Esses resultados demonstram que as impressões digitais de diferentes sistemas são capazes de produzir coroas individuais com desempenho clínico satisfatório.

No estudo in vitro que avaliou a adaptação marginal e interna de próteses fixas de 4 elementos de zircônia confeccionadas pela técnica da impressão digital e convencional E Silva et al. (2014) utilizaram um modelo mestre de titânio para reproduzir a superfície de um pré-molar e um molar preparados. Para o grupo da impressão convencional (CI) foram confeccionadas 12 impressões de poliéter (Impregum™). Para o grupo da impressão digital (DI) foram confeccionadas 12 impressões digitais utilizando o sistema LAVA™ C.O.S. A técnica da réplica foi utilizada para avaliar a adaptação das peças protéticas. Os grupos DI e CI apresentaram, respectivamente, adaptação marginal média de $63,96 \mu\text{m} \pm 36,75 \mu\text{m}$ e $65,33 \mu\text{m} \pm 37,27 \mu\text{m}$ e não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. Em relação a adaptação interna os valores médios foram de $58,46 \pm 35,91 \mu\text{m}$ e $65,94 \pm 41,9 \mu\text{m}$ para os grupos DI e CI, respectivamente. Estruturas fabricadas a partir de impressões convencionais e digitais apresentaram adaptação marginal clinicamente aceitável. Estruturas fabricadas a partir de impressões digitais demonstraram maior ajuste interno do que estruturas confeccionadas pelo método convencional.

Guess et al. (2014) estudaram a adaptação marginal e interna de onlays fabricadas pelos métodos de aquecimento/pressão e fabricadas pelo CAD / CAM, antes e depois da cimentação bem como após a fadiga termo-mecânica. Setenta e dois molares inferiores livres extraídos foram divididos aleatoriamente em três

grupos (n = 24 / grupo). Todos os dentes receberam preparo para onlay com uma cavidade méso-ocluso-distal e uma redução oclusal de todas as cúspides. Os dentes foram restaurados com IPS-e.max-Press (IP, Ivoclar-Vivadent) e Vita-PM9 (VP, Vita-Zahnfabrik) - correspondentes ao modo de fabricação pela técnica do aquecimento/pressão - e com IPS-e.max-CAD (IC, Cerec 3D / InLab / Sirona) - materiais de cerâmica pura utilizados no CAD/CAM. Após a cimentação com um cimento resinoso dual (Variolink II), todas as restaurações foram submetidas à testes de fadiga utilizando um simulador que reproduz os movimentos de oclusão (98 N, 1,2 milhões de ciclos, 5 ° C / 55 ° C). Discrepâncias na adaptação marginal foram examinadas em réplicas antes e depois da cimentação, bem como após a fadiga. O Ajuste interno foi avaliado pela técnica de múltiplos cortes. Foi utilizado um estereomicroscópio e uma vídeo câmera para análise das imagens. Antes da cimentação, restaurações do grupo VP (35,30 µm) revelaram valores significativamente menores de fendas marginais quando comparadas com os grupos IP (45,51 µm) e IC (50,09 µm). Independente do material utilizado e da técnica de fabricação, a cimentação aumenta os valores de fendas marginais. Após a cimentação foram encontradas diferenças significativas em todos os grupos. Restaurações do grupo IP apresentaram maiores valores de fenda marginal (62,86 µm) do que restaurações dos grupos IC (54,05 µm) e VP (48,55 µm). A fadiga não provocou alterações estatisticamente significativas em relação ao ajuste interno. A fabricação por prensagem resultou em um ajuste interno superior das onlays, em comparação com a técnica do CAD / CAM. Essa diferença no ajuste interno pode ser explicada pelo valor padrão da lacuna de cimentação do sistema CAD/CAM que é de 50 µm.

Huang et al. (2015) realizaram uma investigação in vivo com o objetivo de comparar a adaptação marginal e interna de coroas unitárias fabricadas usando um procedimento de fusão seletiva a laser (SLM) com os procedimentos dos CAD / CAM's de fresagem e avaliar a influência do tipo de dente sobre os parâmetros medidos. No total, 270 coroas foram inspecionadas incluindo 90 coroas SLM metalocerâmicas (grupo B - BEGO Medifactory System; BEGO Medical); 90 coroas cerâmicas com base em óxido de zircônio (grupo L - Lava™ All-Ceramic; 3M ESPE) e 90 coroas cerâmicas de dissilicato de lítio (Grupo C - Chairside CEREC 3D; Sirona Dental Systems GmbH.). Os gaps marginais e internos das coroas foram registrados utilizando a técnica de réplica com silicão. No grupo C foi utilizado um scanner

intra-oral, enquanto no grupo L foi realizada a digitalização de modelo com um scanner extra-oral após moldagem de trabalho. No grupo B, a digitalização do modelo foi realizada por meio da projeção de raios de luz, utilizando sensores 3D altamente sensíveis para fornecer uma imagem precisa do modelo. Para avaliar as discrepâncias foram realizadas secções nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal. Um esteromicroscópio com ampliação de 30 vezes foi utilizado. Dez pontos de referência foram medidos em cada espécimes de anteriores e pré-molares, e 20 pontos de referência foram medidos em cada amostra de molares. A média do espaço marginal para o grupo B foi de $69,89 \pm 28,14 \mu\text{m}$, apresentando diferenças significativas em relação aos outros grupos. O grupo C e o grupo L apresentaram, respectivamente, valores médios para o espaço marginal de $89,93 \pm 40,34 \mu\text{m}$ e $87,41 \pm 32,84 \mu\text{m}$. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos C e L. Em relação a avaliação do terço médio axial, o grupo B continuou apresentando o menor valor de espaço, sendo de $125,59 \pm 44,05 \mu\text{m}$. No terço oclusal o espaço observado no grupo B ($314,43 \pm 111,41 \mu\text{m}$) foi significativamente diferente dos grupos C ($276,74 \pm 101,71 \mu\text{m}$) e L ($266,87 \pm 109,83 \mu\text{m}$). Os espaços marginais e internos de coroas de acordo com o tipo de dente não foram significativamente diferentes. As coroas SLM fabricadas utilizando o sistema BEGO demonstraram uma melhor precisão de ajuste, quando comparadas com as coroas produzidas pelo CAD / CAM usando o sistema Lava ou o sistema CEREC 3D. Todas as coroas confeccionadas com os três sistemas ficaram dentro de um limite aceitável.

Anadioti et al. (2015) analisaram em seu estudo in vitro a adaptação interna de coroas de cerâmica prensadas e de coroas produzidas pelo sistema CAD/CAM feitas a partir de impressões digitais e convencionais. Um único operador realizou o preparo do primeiro molar inferior direito seguindo os procedimentos padrões. 30 impressões convencionais de polivinil siloxano (PVS) e 30 impressões digitais (Lava COS) foram realizadas. Uma camada de pó de dióxido de titânio foi aplicada nas superfícies do preparo antes da digitalização. 30 coroas de dissilicato de lítio foram prensadas (IPS e.max Press) e 30 coroas foram fresadas a partir de blocos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) com o scanner E4D e aparelho de fresagem. No total, 4 grupos (n=15 por grupo) foram formados: Impressão convencional- IPS e.max Press (PVS / prensada), impressão digital- IPS e.max Press (LAVA / prensada), impressão convencional- IPS e.max CAD (PVS / CAD/CAM) e impressão

digital- IPS e.max CAD (LAVA / CAD/CAM). Duas secções, vestibulo-lingual e mesio-distal, foram realizadas em ranhuras pré-estabelecidas no corpo de prova. A distância entre o preparo e a superfície da coroa foi medida em 6 pontos padronizados, sendo 3 em cada secção. Foi realizada análise de variância e teste de Tukey para determinar se existiam diferenças significativas nos valores médios do espaço interno entre os 4 grupos experimentais ($\alpha=0.05$) e também foi utilizado um software (SAS v9.3; SAS Institute Inc). O espaço interno obtido através do grupo LAVA/prensada (0,211 milímetros, $\pm 0,041$ SD) foi significativamente maior do que o obtido a partir de outros grupos ($P < 0,01$), enquanto não foram encontradas diferenças significativas entre PVS/prensada (0,111 milímetros $\pm 0,047$ SD), PVS / CAD/CAM (0,116 milímetros \pm SD 0,02), e Lava / CAD/CAM (0,145 mm $\pm 0,024$ SD). A combinação de impressão digital e coroa prensada produziu o ajuste interno com menor precisão. Uma possível explicação para esse resultado é o tipo de espaçador que foi usado no corpo de prova. Embora esse tipo de material apresente sucesso em troqueis de gesso, ele pode não ser compatível com modelos em resina, o que resultaria em uma adaptação não uniforme da peça protética que foi visualizada no grupo LAVA / prensada.

Em 2016 Zarauz et al. realizaram um estudo clínico randomizado comparando a adaptação de coroas de cerâmica (Zerion: Straumann AG, Basel, Switzerland) confeccionadas a partir de impressões digitais intrabucais (Sistema Cadent-iTero) com coroas fabricadas pela técnica convencional de moldagem com silicone aliada ao scanner extra-oral. Utilizaram como critério de exclusão pacientes que apresentaram mobilidade de grau 2 ou superior devido a periodontite avançada, história clínica de bruxismo, pacientes grávidas ou lactantes e preparos com a margem situada a mais de 1mm subgingival. Do total de 32 pacientes, 21 com 26 dentes que necessitavam de demanda protética foram selecionados. Foram preparados 10 molares e 16 pré-molares. Sempre que possível a margem do preparo foi deixada a nível gengival e em alguns casos ficou subgingival, porém sem ultrapassar 1 mm de profundidade. Após os preparos foram confeccionados provisórios utilizando um material à base de resina (Protemp™ Crown, a 3M ESPE, Seefeld, Alemanha). Os dados do modelo de gesso escaneado que foi obtido por meio da impressão convencional e o arquivo com a impressão digital intra-oral foram enviados para o mesmo laboratório, onde foram confeccionadas as coroas em cerâmica utilizando os mesmos padrões para as duas técnicas. Para os 26 dentes

incluídos neste estudo, um total de 78 coroas foram fabricadas, sendo 52 coroas utilizando a moldagem convencional como referência e 26 utilizando a impressão digital. No grupo da impressão convencional (CI), metade das coroas ($n = 26$) foram selecionadas aleatoriamente para serem cimentadas e o restante serviu para análise de adaptação contra as 26 coroas do grupo da impressão digital (DIO). Para observar a interface entre o preparo e o casquete, a técnica da réplica foi utilizada. As coroas foram preenchidas com silicona leve (Express™2 Ultra-Light Body Quick, 3M ESPE), assentadas nos preparos correspondentes e mantidas no lugar por meio da pressão com o dedo para simular a cimentação da coroa clínica. Em seguida foram removidas com uma moldagem de silicona utilizando moldeira parcial. Um técnico experiente realizou todas as preparações de laboratório, incluindo a incorporação das coroas em resina acrílica para simular o dente pilar, cortes e polimentos. O Desajuste interno foi medido em microns usando lupa estereoscópica com uma ampliação de 40 vezes. Para realizar as medidas foram avaliados: A fenda marginal (S1), a discrepância do chanfro (S2), a discrepância axial (S3), a discrepância da crista (S4) e a discrepância da fossa (S5). Em cada local 8 medições foram feitas, totalizando 40 em cada conjunto. Os dados foram analisados utilizando o teste t de Student ($\alpha = 0,05$). Os valores de adaptação foram significativamente afetados pela técnica de impressão ($p = 0,000$). A média de desajuste interno e de desajuste marginal foram $111,40 \mu\text{m}$ ($DP = 54,04$) / $80,29 \mu\text{m}$ ($DP = 26,24$) para as coroas do grupo da impressão digital e $173,00 \mu\text{m}$ ($DP = 92,65$) / $133,51 \mu\text{m}$ ($DP = 48,78$) para o grupo da impressão convencional. O nível de adaptação mais preciso foi registrado em $80,29$ microns ($DP = 26,24$) na porção marginal para o grupo da impressão digital e $120,93$ microns ($DP = 53,22$) na porção axial para o grupo da impressão convencional. Além disso, o maior desajuste foi encontrado na região da fossa de ambos os grupos [$488,62 \mu\text{m}$ ($SD=93,24$) para o grupo DIO e $296,64 \mu\text{m}$ ($SD=56,85$) para o grupo CI]. Coroas de cerâmica fabricadas a partir de impressões digitais intra-orais demonstraram uma melhor adaptação marginal e interna.

Em 2016, Ahrberg et al., avaliaram em um ensaio clínico randomizado a adaptação marginal e interna e a eficiência de próteses fixas fabricadas pelo CAD / CAM com base na digitalização direta e indireta. Foram selecionados 25 pacientes que não apresentaram condições precárias de higiene bucal, bruxismo ou intolerância ao poliéter. No total, foram fabricadas 17 coroas unitárias e 8 próteses

dentarias fixas de três elementos utilizando o sistema CAD/CAM. Após a realização dos preparos, cada paciente foi submetido a dois métodos de impressão diferentes: uma impressão auxiliada por computador com Lava COS (CAI) e uma impressão convencional com poliéter Impregum (3M ESPE, Seefeld, Germany) seguida da digitalização extra-oral (CI). Para avaliar a eficiência da digitalização intra-oral versus a técnica convencional de impressão, o tempo de trabalho total foi gravado com um cronômetro, com cada passo envolvido no procedimento de impressão sendo gravado individualmente. Para documentar a discrepância marginal e interna entre a superfície interna das coroas e os preparos, a técnica da réplica foi utilizada. Foram realizados cortes nos sentidos mesio-distal e vestibulo-lingual, resultando em 4 seções para serem analisadas por pilar. Um microscópio com ampliação de 66x foi utilizado. A dimensão da fenda marginal média foi de 61,08 μm ($\pm 24,77 \mu\text{m}$) para o grupo CAI e de 70,40 μm ($\pm 28,87 \mu\text{m}$) para a CI. Em relação a parede axial intermediária os valores médios encontrados foram de 88,27 μm (SD 41,49 μm) para CAI e 92,13 μm (SD 49,87 μm) para CI. Para a zona de transição axio-oxlusal os valores médios foram, respectivamente, 144,78 μm (SD 46,23 μm) e 155,60 μm (SD 55,77 μm) para os grupos CAI e CI. Na porção centro-oclusal os valores médios foram de 155,57 μm (SD 49,85 μm) para o grupo CAI e 171,51 μm (SD 60,98 μm) para o grupo CI. Apenas os valores do gap marginal e da porção oclusal da técnica da moldagem direta apresentaram diferenças significativas em relação a moldagem indireta. O tempo médio para escaneamento de um quadrante para a confecção de coroas individuais foi de 10 minutos e 21 segundos, enquanto que para o escaneamento total da arcada para a confecção de próteses fixas de três elementos o tempo médio foi de 15 minutos e 27 segundos. Quando comparamos esses tempos com as moldagens convencionais estamos ganhando um tempo de trabalho de 5 minutos e 6 segundos e 1 minuto e 34 segundos, respectivamente. Embora tanto a digitalização direta quanto a indireta permitem a fabricação de coroas individuais e de próteses fixas de três elementos com ajuste marginal clinicamente aceitável, uma melhor adaptação marginal foi notada com a digitalização direta. Impressões digitais consomem menos tempo do dentista e são mais práticas para o paciente.

No estudo que realizou uma comparação morfológica, estética e oclusal de coroas de cerâmica confeccionadas em laboratório com coroas confeccionadas em consultório em relação ao dente hígido, Kollmuss et al. (2016) verificaram que

diferentes métodos de produção são capazes de produzir resultados variáveis. Impressões de silicóna de pacientes com arcadas inferiores livres de cárie foram tomadas e os moldes de gesso resultantes foram digitalizados. Foram selecionados 22 pacientes. A arcada antagonista foi moldada utilizando alginato. Os contatos oclusais dos pacientes foram registrados e fotografados para posterior comparação. Foi tomado o registro oclusal utilizando um articulador semi-ajustável e em seguida os contatos eram comparados em número e posição com os obtidos intra-bucais. Os preparos para coroas de cerâmica pura foram realizados em primeiros molares e três tipos de coroas diferentes foram produzidas para cada preparo: coroas CEREC (CER), coroas CAD / CAM produzidas em laboratório (LABCAD) e coroas convencionais (método de enceramento e prensagem) (CONV). Foram observadas diferenças entre a superfície do dente original e dos dentes confeccionados pelos diferentes métodos. Para a avaliação morfológica, as coroas de todos os grupos foram escaneadas, assim como a superfície do dente natural. Na avaliação estética, 2 dentistas utilizaram uma escala visual analógica. Em relação a morfologia, aquele que apresentou um maior desvio métrico foi o grupo LABCAD (aproximadamente 270 μm). O grupo CEREC apresentou a menor discrepância em relação ao dente original (225 μm). Coroas produzidas em laboratório mostraram significativamente mais contatos oclusais, enquanto que coroas produzidas pelo método convencional necessitaram um menor tempo para adaptação oclusal. Os três grupos apresentaram ao menos 3 contatos oclusais. A classificação estética das coroas produzidas pelos três métodos diferentes mostrou grandes diferenças entre os grupos. Os valores de escala do grupo CONV foram significativamente superiores aos valores dos grupos LABCAD e CER. Entre os valores estéticos dos grupos LABCAD e CER não foram encontradas diferenças significativas. Todos os métodos testados de produção para coroas de cerâmica pura produziram resultados clinicamente aceitáveis. Assim, em um caso individual, o método escolhido pode ser determinado pela preferência do dentista.

Quadro 1 - Artigos utilizados na revisão de literatura (continua)

Autor / ano	Tipo de estudo	Tipo de prótese	Material	Método de reprodução	Avaliações
ZARAUZ et al. (2016)	Estudo clínico randomizado	Coroas de cerâmica	Blocos de zircônia totalmente sinterizados –dióxido de zircônia (Zerion, Straumann) – (extra-oral). Blocos de poliuretano polimerizados (Sika Block M1000) – (intra-oral)	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral vs. Scanner intra-oral	Fenda marginal Discrepância de chanfro Discrepância axial Discrepância da crista Discrepância da fossa
BRAWEK et al. (2013)	Ensaio clínico prospectivo	Coroas de cerâmica	Blocos de zircônia pré-sinterizados (Vita In-Ceram YZ; LAVA Frame)	Dois scanners intra-orais	Fenda marginal Terço axial Terço Axio-oclusal Terço centro-oclusal
AHRBERG et al. (2016)	Ensaio clínico randomizado	Coroas de cerâmica e próteses fixas de 3 elementos	Blocos de zircônia (Lava Frame)	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral vs. Scanner intra-oral	Fenda marginal Parede axial intermediária Transição Axio-Oclusal Terço centro-oclusal
ANADIOTI et al. (2015)	Estudo in vitro	Coroas de cerâmica	Dissilicato de lítio (IPS e.max Press; IPS e.max CAD) (Prensado vs. Fresado).	Moldagem convencional aliada à técnica da cera perdida vs. Scanner intra-oral	Espaço interno Paredes axiais –terço médio-Centro das superfícies oclusais
KOLLMUSS et al. (2016)	Estudo Clínico	Coroas de cerâmica	Cerâmica feldspática (PM9 VITA; MARK II, VITA)	Moldagem convencional vs. Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral (consultório vs; laboratório).	Morfologia Estética Análise oclusal

Quadro 2 - Artigos utilizados na revisão de literatura (continuação)

Autor / ano	Tipo de estudo	Tipo de prótese	Material	Método de reprodução	Avaliações
GONZALO et al. (2009)	Estudo in vitro	Próteses fixas de 3 elementos	Óxido de zircônia (LAVA Frame; Procera Bridge Zircônia; VITA In-Ceram Yz) Metalocerâmica.	Moldagem convencional vs. Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Discrepância marginal (Antes e após a cimentação)
MARTINS et al. (2010)	Estudo in vitro	Coroas de cerâmica e metalocerâmicas	Alumina infiltrada por vidro (In-Ceram Alumina) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (e.max ZIRCAD) Metalocerâmica	Moldagem convencional vs. Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Espaço oclusal Espaço Axial
HUANG et al. (2014)	Estudo in vivo	Coroas de cerâmica e metalocerâmicas	Óxido de zircônia (LAVA Frame) Dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) Metalocerâmica	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral vs. Scanner intra-oral vs. Fusão seletiva a laser	Fenda Marginal Terço médio-axial Terço oclusal Espaço marginal e interno de acordo com o dente
REICH et. Al (2008)	Estudo in vitro	Onlays	Cerâmica feldspática, reforçada por leucita (IPS Empress) Cerâmica feldspática (CEREC Blocks)	Moldagem convencional vs. Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Adaptação marginal
GUESS et al. (2013)	Estudo in vitro	Onlays	Dissilicato de lítio (IPS e.max Press; IPS e.max CAD) Cerâmica Feldspática (VITA PM9)	Moldagem convencional vs. Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Adaptação marginal
REICH et al. (2005)	Estudo clínico	Próteses fixas de 3 elementos (Cerâmica vs. Metalocerâmica)	Óxido de zircônia (In-Ceram Zircônia) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (LAVA Frame, YZTP) Metalocerâmica	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Fenda marginal Terço médio axial Transição Axio-oclusal Terço oclusal
SILVA et al. (2013)	Estudo in vitro	Próteses fixas de 4 elementos	Óxido de zircônia (LAVA Frame)	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral vs. Scanner extra-oral	Adaptação marginal média Adaptação interna média

Quadro 1 - Artigos utilizados na revisão de literatura (conclusão)

Autor / ano	Tipo de estudo	Tipo de prótese	Material	Método de reprodução	Avaliações
BORBA et al. (2013)	Estudo in vitro	Próteses fixas de 3 elementos	Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (LAVA Frame, YZTP)	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Fenda marginal Área do chanfro Parede axial Área de transição axio-oclusal Área oclusal
QUINTAS, OLIVEIRA E BOTTINO (2004)	Estudo in vitro	Copings cerâmicos	Dissilicato de lítio (IPS Empress 2) Óxido de alumínio (In-Ceram Alumina; Procera).	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Discrepância vertical (Términos, agentes de cimentação e materiais cerâmicos) –antes e após a cimentação-.
MARTÍNEZ-RUS et al. (2010)	Estudo in vitro	Copings cerâmicos	Zircônia densamente sinterizada (In-Ceram Zircônia) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (In-Ceram YZ; Procera Zircônia; Cercon Blocks)	Scanner extra-oral	Adaptação marginal
EUÁN et al. (2012)	Estudo in vitro	Coroas de cerâmica	Óxido de zircônia (LAVA Frame)	Moldagem convencional aliada ao scanner extra-oral	Adaptação marginal -Antes e após queima da porcelana, vitrificação e cimentação-.

Fonte: do autor, 2016.

5 DISCUSSÃO

Obter uma adaptação marginal satisfatória é um dos principais objetivos durante a confecção de estruturas protéticas. Fatores como a formatação do preparo, o tipo de moldagem ou escaneamento realizado, as alterações dimensionais que os materiais sofrem e as técnicas de fabricação das estruturas podem contribuir para a ocorrência de fendas marginais indesejáveis (UKON et al., 2004; TAO; HAN, 2009; CONTREPOIS et al., 2013). Existe um consenso entre diversos autores que espaços marginais inferiores a 120 μm são clinicamente aceitáveis (KOKUBO et al., 2005; BEUER et al., 2009). Espaços de até 60 μm ainda são imperceptíveis pela visão humana (SAITO, 1999). Como consequências de um ajuste marginal inadequado podemos citar a exposição do agente de cimentação aos fluídos orais acelerando seu processo de solubilidade, podendo gerar estímulos agressores à polpa, a retenção de biofilme dentário ocasionando inflamação gengival, descoloração marginal, microinfiltração, cárie secundária e fratura de margem (KOSYFAKI; MARTÍN; STRUB, 2010; CONTREPOIS et al., 2013). Além disso, a adaptação também influi na estabilidade e retenção da peça protética. (PEGORARO et al., 2013).

Em relação à avaliação das discrepâncias marginais, como demonstrado na tabela 1, quanto ao tipo de material utilizado, verificou-se que a zircônia densamente sinterizada de alta pureza utilizada no sistema Procera para a confecção de copings cerâmicos apresentou a menor média de fenda marginal ($8,67 \pm 3,96 \mu\text{m}$) (MARTÍNEZ-RUS et al., 2010), enquanto que blocos de zircônia totalmente sinterizados utilizados no sistema Etkon para a confecção de coroas unitárias apresentaram a maior média de desadaptação marginal ($133,51 \mu\text{m}$ (DP = 48,78)) (ZARAUZ et al., 2016). Todos os outros materiais apresentados no quadro 1 demonstraram padrão clínico satisfatório, apresentando fendas marginais menores que $89,83 \mu\text{m}$, que foi o valor obtido para o dissilicato de lítio utilizado no sistema CAD/CAM de consultório no estudo de Huang et al. (2014).

Tabela 1 - Avaliação das discrepâncias marginais (continua)

Autor / ano	Material	Sistema	Resultado marginal
ZARAUZ et al. (2016)	Blocos de zircônia totalmente sinterizados –dióxido de zircônia (Zerion, Straumann) - (extra-oral). Blocos de poliuretano polimerizados (Sika Block M1000) - (intra-oral)	Etkon I-Tero	133,51 µm 80,29 µm
BRAWEK et al. (2013)	Blocos de zircônia pré-sinterizados (Vita In-Ceram YZ; LAVA Frame)	CEREC LAVA	51 µm 83 µm
AHRBERG et al. (2016)	Blocos de zircônia (Lava Frame)	LAVA (Moldagem convencional x scanner intra-oral)	70,40 µm 61,08 µm
GONZALO et al. (2009)	Óxido de zircônia (LAVA Frame; Procera Bridge Zircônia; VITA In-Ceram Yz); Metalocerâmica	LAVA PROCERA CEREC Metalocerâmica	71 µm 12 µm 48 µm 76 µm
HUANG et al. (2014)	Óxido de zircônia (LAVA Frame) Dissilicato de lítio (IPS e.max CAD)	LAVA CEREC	87,41 µm 89,93 µm
REICH et. al (2008)	Cerâmica feldspática, reforçada por leucita (IPS Empress) Cerâmica feldspática (CEREC Blocks)	Prensagem CEREC	56 µm 70 µm
GUESS et al. (2013)	Dissilicato de lítio (IPS e.max Press; IPS e.max CAD) Cerâmica Feldspática (VITA PM9)	Prensagem (IPS; VITA) CEREC	62,86 µm 48,55 µm 54,05 µm
REICH et al. (2005)	Óxido de zircônia (In-Ceram Zircônia) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (LAVA Frame, YZTP) Metalocerâmica	CEREC LAVA Digident Metalocerâmica	65 µm 65 µm 75 µm 54 µm
SILVA et al. (2013)	Óxido de zircônia (LAVA Frame)	LAVA (Impressão convencional x Impressão digital)	65,33 µm 63,96 µm
BORBA et al. (2013)	Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (LAVA Frame, YZTP)	LAVA	42 µm

Tabela 1 - Avaliação das discrepâncias marginais (conclusão)

Autor / ano	Material	Sistema	Resultado marginal
MARTÍNEZ-RUS et al. (2010)	Zircônia densamente sinterizada (In-Ceram Zircônia) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (In-Ceram YZ; Procera Zircônia; Cercon Blocks)	CEREC (In-Ceram Zircônia, In-Ceram YZ) Procera Cercon	29,98 µm 12,24 µm 8,67 µm 13,15 µm
EUJÁN et al. (2012)	Óxido de zircônia (LAVA Frame)	LAVA (ombro, chanfro)	59,83 µm 76,97 µm

Quando comparamos a variação nos materiais individualmente verificamos que a discrepância marginal variou de 45,51 µm até 89,93 µm para o dissilicato de lítio, de 9 µm até 133,51 µm para o óxido de zircônia e de 8,67 µm até 65 µm para a Zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio. As grandes diferenças observadas nas cerâmicas compostas por dissilicato de lítio e YZTP podem ser explicadas pela maior precisão dos métodos de digitalização e fabricação do sistema Procera, que utiliza scanner mecânico, enquanto os demais sistemas utilizam scanner óptico.

Quando analisamos a relação entre o método de reprodução das superfícies e a adaptação marginal, notamos que todos os métodos são capazes de produzir peças protéticas com desempenho clínico satisfatório, embora a digitalização intra-oral possua como vantagens a capacidade de propiciar mais conforto ao paciente, de eliminar as etapas de moldagem e confecção do modelo de gesso, e de necessitar menor tempo clínico para a reprodução das superfícies. (BRAWEK et al., 2013; ZARAUZ et al., 2016; AHRBERG et al., 2016). Dentro da prática clínica, os aspectos como a posição dos dentes, a localização do término, a presença de sangramento no sulco e a adesão do paciente são fatores importantes que podem influenciar o resultado de uma impressão (KAYATT, 2013). No total, 4 estudos (BRAWEK et al., 2013; HUANG et al., 2014; ZARAUZ et al., 2016; AHRBERG et al., 2016) utilizaram scanner intra-oral e avaliaram a adaptação marginal, sendo que os valores de fenda das peças produzidas por esse método variaram de 51 µm até 89,93 µm. Nos 3 estudos que avaliaram o método convencional de fabricação e observaram a discrepância os valores variaram de 45,51 µm até 67 µm. Em relação ao scanner extra-oral os valores variaram de 8,67 µm até 133,51 µm.

Podemos verificar que os ensaios que compararam a adaptação marginal antes e após a cimentação demonstraram que as discrepâncias marginais aumentaram após a cimentação, por isso que na grande maioria dos trabalhos há a verificação de discrepâncias internas axiais e oclusais, como podemos visualizar na tabela 2, afim de correlacionar com possíveis problemas de assentamento/passividade, linha de cimentação e conseqüentemente, a desadaptação marginal desses copings cerâmicos. Os estudos mostraram que a utilização de cimentos resinosos em próteses de zircônia é uma boa alternativa para diminuir a variação da desadaptação (QUINTAS; OLIVEIRA; BOTTINO, 2004; GONZALO et al., 2009; EUAN et al., 2012). Em relação a técnica, peças produzidas pelo sistema CAD/CAM sofrem menores alterações de desadaptação após a cimentação devido ao alívio interno que é predeterminado de acordo com o sistema utilizado. Peças produzidas com o sistema ProCera possuem um valor padrão de alívio interno de 50 µm. Quando a técnica convencional de fabricação é utilizada, existe um problema de padronização dos estudos devido às diferentes marcas e tamanhos dos espaçadores utilizados. Quanto mais adequado o alívio interno, um intervalo menor de tempo é necessário para o assentamento definitivo da prótese e menor é a tensão gerada sobre as margens da cerâmica.

Tabela 2 - Avaliação das discrepâncias internas (continua)

Autor / ano	Material	Sistema	Região avaliada	Espaço interno
ZARAUZ et al. (2016)	Blocos de zircônia totalmente sinterizados – dióxido de zircônia (Zerion, Straumann) - (extra-oral). Blocos de poliuretano polimerizados (Sika Block M1000) - (intra-oral)	Etkon (moldagem convencional) I-Tero	Discrepância de chanfro	130,45 µm 87,31 µm
			Discrepância axial	120,93 µm 81,62 µm
			Discrepância da crista	214,73 µm 152,81 µm
			Discrepância da fossa	314,31 µm 178,04 µm

Tabela 2 - Avaliação das discrepâncias internas (continuação)

Autor / ano	Material	Sistema	Região avaliada	Espaço interno
BRAWEK et al. (2013)	Blocos de zircônia pré-sinterizados (Vita In-Ceram YZ; LAVA Frame)	CEREC LAVA	Terço axial Terço Axio-oclusal Terço centro-oclusal	128 µm 130 µm 230 µm 178 µm 297 µm 181 µm
AHRBERG et al. (2016)	Blocos de zircônia (Lava Frame)	LAVA (Moldagem convencional / scanner intra-oral)	Parede axial intermediária Transição Axio-Oclusal Terço centro-oclusal	91,13 µm 88,27 µm 155,60 µm 144,78 µm 171,51 µm 155,57 µm
ANADIOTI et al. (2015)	Dissilicato de lítio (IPS e.max Press; IPS e.max CAD) (Prensado vs. Fresado).	Impressão digital (LAVA / prensagem) Impressão convencional aliada a scanner (E4D / prensagem)	Espaço interno (Paredes axiais -terço médio- e centro das superfícies oclusais)	145 µm 211 µm 116 µm 110 µm
MARTINS et al. (2010)	Alumina infiltrada por vidro (In-Ceram Alumina) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (e.max ZIRCAD) Metalocerâmica	Prensagem CEREC Metalocerâmica	Espaço oclusal Espaço Axial	229,42 µm 180,90 µm 95,42 µm 83,14 µm 83,93 µm 83,12 µm
HUANG et al. (2014)	Óxido de zircônia (LAVA Frame) Dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) Metalocerâmica	LAVA CEREC Metalocerâmica (fusão seletiva a laser)	Terço médio-axial Terço oclusal	147,35 µm 150,29 µm 125,59 µm 266,87 µm 276,74 µm 314,43 µm

Tabela 2 - Avaliação das discrepâncias internas (conclusão)

Autor / ano	Material	Sistema	Região avaliada	Espaço interno
REICH et al. (2005)	Óxido de zircônia (In-Ceram Zircônia) Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (LAVA Frame, YZTP) Metalocerâmica	CEREC LAVA Digident Metalocerâmica	Terço médio axial Transição Axio-oclusal Terço oclusal	156 µm 132 µm 105 µm 87 µm 210 µm 195 µm 217 µm 172 µm 371 µm 215 µm 383 µm 343 µm
SILVA et al. (2013)	Óxido de zircônia (LAVA Frame)	LAVA (Impressão convencional x Impressão digital)	Adaptação interna média	65,94 µm 58,46 µm
BORBA et al. (2013)	Zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (LAVA Frame, YZTP)	LAVA	Área do chanfro Parede axial Área de transição axio-oclusal Área oclusal	69 µm 65 µm 104 µm 133 µm

Ao utilizar blocos de zircônia sinterizados para fabricação das estruturas, existe um tempo maior de fresagem e desgaste mais acentuado das fresas do equipamento. Quando se utiliza blocos pré-sinterizados torna-se necessário o processo de sinterização, que promove um encolhimento de 20 a 30% na peça, a fim de atingir a densidade final. Apesar da tendência dos blocos totalmente sinterizados promoverem maior precisão, os softwares CAD demonstram eficiência na compensação do encolhimento durante o processo de sinterização, pois compensam essa diferença na fresagem. (BRAWEK et al., 2013; SILVA et al., 2013; ZARAUZ et al., 2016).

6 CONCLUSÃO

Fundamentado nos estudos analisados, pode-se concluir que:

- Os sistemas CAD/CAM estão em constante evolução, tanto na parte do desenvolvimento de equipamentos como nos softwares de planejamento, mas já são considerados como uma técnica efetiva para a confecção de estruturas protéticas com adaptação clínica dentro dos padrões satisfatórios.

- A desvantagem mais citada relaciona-se ao seu alto custo.

- O escaneamento intra-oral parece demonstrar ser superior ao sistema de escaneamento extra oral em condições clínicas favoráveis, com menor variação dos valores de desadaptação marginal, porém a localização da termino cervical (supragengival ou no máximo 1,0mm subgengival) pode influenciar no resultado.

- O tipo de cimento utilizado e a técnica de confecção das estruturas podem ser fatores que interferem na adaptação marginal das estruturas.

- A variação da desadaptação marginal de acordo com a composição da cerâmica utilizada está relacionada com o método de reprodução e confecção das estruturas.

REFERÊNCIAS

- AHRBERG, D. et al. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 20, no. 2, p. 291 - 300, Mar. 2016.
- ANADIOTI, E. et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 113, no. 4, p. 304-309, Apr. 2015.
- ANUSAVICE, K. J. **Phillips, materiais dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 592 p.
- BAROUDI, K.; IBRAHEEM, S. N. Assessment of chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing restorations: A Review of the Literature. **J. Int. Oral Health**, Ahmedabad, v. 7, no. 4, p. 96 - 104, Apr. 2015.
- BEUER, F. et al. Precision of fit: zirconia three-unit fixed dental prostheses. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 13, no. 3, p. 343 - 349, Sept. 2009.
- BOITELLE, P. et al. A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 41, no. 11, p. 853-874, Nov. 2014.
- BORBA, M. et al. Evaluation of the adaptation of zirconia-based fixed partial dentures using micro-CT technology. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 27, no. 5, p. 396-402, Sept. 2013.
- BRAWEK, P. K. et al. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow—the comparison of two systems. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 17, no. 9, p. 2119-2125, Dec. 2013
- CONCEIÇÃO, E. N. et al. **Restaurações estéticas**: compósitos, cerâmicas e implantes. Porto Alegre: Artmed, 2005. 308 p.
- CONTREPOIS, M. et al. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 110, no. 6, p. 447-454, Dec. 2013.
- E SILVA, J. S. A. et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 18, no. 2, p. 515-523, 2014.
- EUÁN, R. et al. Comparison of the marginal adaptation of zirconium dioxide crowns in preparations with two different finish lines. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v. 21, no. 4, p. 291-295, June 2012.
- GONZALO, E. et al. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 102, no. 6, p. 378-384, Dec. 2009.

GUESS, P. C. et al. Marginal and internal fit of heat pressed versus CAD/CAM fabricated all-ceramic onlays after exposure to thermo-mechanical fatigue. **J. Dent.**, Bristol, v. 42, no. 2, p. 199-209, Feb. 2014.

HUANG, Z. et al. Clinical marginal and internal fit of crowns fabricated using different CAD/CAM technologies. **J. Prosthodont.**, Philadelphia, v. 24, no. 4, p. 291-295, June 2015.

KAYATT, F. E.; NEVES, F. Das. **Aplicação dos sistemas CAD/CAM na Odontologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 312 p.

KOKUBO, Y. et al. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 32, no. 7, p. 526 - 530, July 2005.

KOLLMUSS, M. et al. Comparison of chairside and laboratory CAD/CAM to conventional produced all-ceramic crowns regarding morphology, occlusion, and aesthetics. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 20, no. 4, p. 791 - 797, May 2016.

KOSYFAKI, P.; DEL PILAR PINILLA MARTÍN, M.; STRUB, J. R. Relationship between crowns and the periodontium: a literature update. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 41, no. 2, p. 109 - 26, Feb. 2010.

LEE, K. B. et al. Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/CAM systems. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v. 27, no. 3, p. 422 - 426 , May 2008.

MARTÍNEZ-RUS, F. et al. Evaluation of the absolute marginal discrepancy of zirconia-based ceramic copings. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 105, no. 2, p. 108-114, Feb. 2011.

MARTINS, L. M. et al. Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 20, no. 2, p. 235-240, Mar. 2012.

MIYAZAKI, T. et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v. 28, no. 1, p. 44-56, Jan. 2009.

NAKAMURA, T. et al. In vitro study on marginal and internal fit of CAD/CAM all-ceramic crowns. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v. 24, no. 3, p. 456-459, Sept. 2005.

PEGORARO, L. F. et al. **Prótese fixa: bases para o planejamento em reabilitação oral**. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2013. 487 p.

QUINTAS, A. F.; OLIVEIRA, F.; BOTTINO, M. A. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 92, no. 3, p. 250-257, Sept. 2004.

REICH, S. et al. Marginal fit of heat-pressed vs CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 33, no. 6, p. 644-650, Nov. 2008.

REICH, S. et al. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. **Eur. J. Oral Sci.**, Copenhagen, v. 113, no. 2, p. 174-179, Apr. 2005.

SAITO, T. **Preparos dentais funcionais em prótese fixa**: princípios mecânicos, biológicos e de oclusão. 2.ed. Sao Paulo: Santos, 1999. 223 p.

TAO, J.; HAN, D. The effect of finish line curvature on marginal fit of all-ceramic CAD/CAM crowns and metal-ceramic crowns. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 40, no. 9, p. 745-752, Oct. 2009.

UKON, S. et al. Determination of the fabricating conditions for the preferable marginal and internal adaptation of the mica crystal castable ceramic crown. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v. 23, no. 1, p. 53 - 62, Mar. 2004.

ZARAUZ, C. et al. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. **Clin. Oral investig.**, Berlin, v. 20, no. 4, p. 789 - 806, May 2016.