NELSON TALATOCI OSHIRO FILHO

AVALIAÇÃO DA DESADAPTAÇÃO MARGINAL DE COPINGS DE ZIRCÔNIA E METAL OBTIDOS PELO SISTEMA CAD/CAM

CAMPO GRANDE

2018

NELSON TALATOCI OSHIRO FILHO

AVALIAÇÃO DA DESADAPTAÇÃO MARGINAL DE COPINGS DE ZIRCÔNIA E METAL OBTIDOS PELO SISTEMA CAD/CAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínicas Odontológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Túlio Marcos Kalife Coelho.

CAMPO GRANDE

2018

NELSON TALATOCI OSHIRO FILHO

AVALIAÇÃO DA DESADAPTAÇÃO MARGINAL DE COPINGS DE ZIRCÔNIA E METAL OBTIDOS PELO SISTEMA CAD/CAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínicas Odontológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de mestre.

Resultado:_____

Campo Grande (MS),_____de_____de_____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Túlio Marcos Kalife Coelho (Presidente)

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/ UFMS

_____

Profa. Dr. Eliseu Insaurralde

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/ UFMS

_____

Dra. Cármen Regina Coldebella

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/ UFMS

DEDICATÓRIA

A Deus, por guiar meus passos até aqui. À minha família, pelo amparo nos momentos difíceis. Aos amigos, pela companhia nessa caminhada. Aos professores pela generosidade de transmitir o conhecimento.

AGRADECIMENTOS

- A **Deus**, por ser a fonte de toda sabedoria.

- Ao meu orientador e mentor, **Prof. Dr. Túlio Marcos Kalife Coelho**, por me ensinar muito além da odontologia, exemplo de generosidade e humildade. Minha eterna gratidão, por ter mudado meu destino dentro da profissão, pois se aqui cheguei foi porque me trouxe, e espero continuar ao seu lado aprendendo até onde for possível.

- Ao **Prof. Dr. Eliseu Insaurralde**, conhecido pela maneira compassiva de ensinar.

- Aos **meus pais e irmãos**, por dividirem a luta diária e também os milagres de Deus.

- Ao laboratório **Criart**, por terem contribuído grandemente, dividindo experiências e participando ativamente desse projeto.

- Ao programa de pós-graduação em odontologia da **Faodo- UFMS**, pela oportunidade em dar continuidade à formação acadêmica, e pelo engrandecimento cultural através das experiências vivenciadas.

‘Os cientistas de hoje pensam profundamente ao invés de claramente. Você tem que ser são para pensar claramente, mas pode pensar profundamente e ser insano’.

(Nikola Tesla)

RESUMO

Oshiro Filho NT. Avaliação da desadaptação marginal de copings de zircônia e metal obtidos pelo sistema CAD/CAM. Campo Grande; 2018.
[Dissertação- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul].

O CAD/CAM trouxe novos parâmetros a serem analisados a cerca dos materiais odontológicos mais utilizados atualmente, como a zircônia. Esse estudo laboratorial verificou os níveis de desadaptação marginal gerados durante o processo de obtenção de copings de zircônia de duas marcas diferentes por um único sistema CAD/CAM comparando os resultados obtidos aos de copings metálicos do mesmo sistema. Foram confeccionados 60 copings para 3 grupos (n=20), sendo utilizado a liga CoCrMo como grupo controle, zircônia da marca Amann para o grupo 1 e zircônia da marca Singular para o grupo 2. As medições foram realizadas através de microscópio comparador digital, e os resultados foram obtidos por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo pós-teste de Dunn, uma vez que as amostras de dados não passaram no teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os resultados encontrados apresentaram valores de desadaptação de 29,81±0,62µm para o grupo controle CrCoMo, 17,50±0,51µm para a zircônia Amann e 66,09±0,98µm para a zircônia Singular. O metal CoCrMo e a zircônia apresentaram desadaptação marginal abaixo de 70 µm, estado clinicamente aceitável.

Palavras-chave: Zircônia, CAD/CAM, cerâmicas.

ABSTRACT

Oshiro Filho NT. Evaluation of marginal fit of CAD/CAM zirconia copings and CAD/CAM metal copings.

The CAD/CAD brought new studies on dental materials such as zirconia. This laboratory study checked the marginal fit created in process of make zirconia copings from two different company by a single CAD/CAM system, comparing with the results obtained in the metal copings of the same system. Sixty copings were prepared for 3 groups (n = 20), using the CoCrMo as a control group, Amann zirconia for group 1 and Singular zirconia for group 2. The measurements made by the digital comparator microscope, the results was obtained using the non-parametric Kruskal-Wallis test, followed by Dunn's post-test, since data samples did not pass in Shapiro-Wilk normality test. The results were: metal 29.81 ± 0.62μm, Amann zirconia 17.50 ± 0.51μm and singular zirconia 66.09 ± 0.98 μm. The CoCrMo metal and the zirconia showed marginal fit below 70 μm, acceptable clinical state.

Key words: Zirconia, CAD / CAM, ceramics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matriz em forma de núcleo metálico 25
Figura 2 - Imagens do microscópio, copings em posição na sequência: Sintron, Ceramill ZI e Exact Block Zir 27
Gráfico 1 - Desadaptação marginal de acordo com o material utilizado nos copings 29
Figura 3 - Terminologia dos espaços marginais 37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

et al.	E colaboradores
CAD/CAM	Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing
µm	Micrômetros
mm	Milímetros
Ni-Cr	Níquel-Cromo
°C	Graus Celsius
CrCoMo	Cromo-Cobalto-Molibdênio
n	Amostra
LTDA	Limitada
PR	Paraná
M	Médio
corp.	Corporation
RN	Rio Grande do Norte
p	Significância

LISTA DE SÍMBOLOS

±	Mais ou menos
+	Mais
°	Graus
%	Por cento
x	Vezes (sinal multiplicativo)
<	Menor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **13**
2 REVISÃO DE LITERATURA **15**
2.1 CAD/CAM na odontologia **15**
2.2 Propriedades da zircônia e sua aplicação clínica **16**
2.3 Desadaptação marginal da zircônia **17**
2.4 Fatores que influenciam na análise **18**
2.4.1 Cimentação **20**
2.4.2 Desenho e confecção das cerâmicas **21**
3 OBJETIVOS **24**
3.1 Geral **24**
3.2 Específicos **24**
4 MATERIAIS E MÉTODOS **25**
5 RESULTADOS **28**
6 DISCUSSÃO **39**
7 CONCLUSÃO **32**
REFERÊNCIAS **33**
ANEXO **36**

1 INTRODUÇÃO

O apelo estético na odontologia tem sido um dos motivos mais evidentes para o desenvolvimento de pesquisas que buscam refinar os materiais odontológicos, a fim de satisfazer as necessidades clínicas nas mais diversas situações, reestabelecendo as estruturas dentais perdidas de maneira segura e conveniente, proporcionando aos pacientes a confiança e a sensação de naturalidade que antes era limitada pela insuficiência dos materiais em serem esteticamente duradouros.

A utilização crescente de materiais altamente resistentes e com boas propriedades estéticas deve ser antecedida de análises clínicas e laboratoriais, não só de cada peça isolada, como também o seu comportamento em boca no conjunto com os tecidos adjacentes a curto e longo prazo.

A tecnologia capacita o dentista a realizar trabalhos rápidos e precisos, o uso de maquinário computadorizado quebrou os limites laboratoriais convencionais. Hoje a produção de elementos artesanais dá espaço para etapas mecanizadas, com linhas de produção de larga escala e refinamento digital (POLIDO 2010).

Atualmente, os dentes preparados são digitalizados diretamente dentro da cavidade oral no lugar das impressões convencionais. As restaurações são projetadas na tela do computador através de um software que controla o processamento mecânico sendo geralmente composto por uma fresadora. O design das peças é obtido automaticamente e pode ser melhorado pelo operador, o que reduz o tempo de trabalho (MIYAZAKI et al. 2009).

Para confecção das peças protéticas é necessário elaborar um projeto digital, cada máquina possui especificações de uso e parâmetros a serem seguidos ao executar cada unidade de produção. Com o aumento da demanda, novos materiais são lançados no mercado, alguns possuindo compatibilidade com os sistemas mais consolidados (CORREIA et al. 2006).

O CAD/CAM trabalha de maneira exata os mais diversos materiais hoje utilizados na odontologia. É seguramente uma ferramenta que aprimora cada tratamento a um nível de segurança confortável para um bom prognóstico das restaurações (ALVES et al. 2017).

Dentre os materiais atualmente mais utilizados, a zircônia destaca-se pelas características favoráveis na confecção de copings. Além de ser biocompatível com os tecidos dentários, não produz reações alérgicas (hipersensibilidade), não altera o

paladar e integra de maneira adequada os tecidos gengivais. Seu uso para coroas totais apresenta limitações operacionais e estéticas, sendo difícil de ser ajustada e apresentando alta opacidade. Utiliza-la como coping combinada a outras cerâmicas mais translúcidas é a opção mais viável (BISPO 2015).

Alguns estudos sugerem que essa combinação pode levar a desajustes caso não sejam observados as propriedades de cada elemento e os aspectos necessários para a confecção de peças de maneira precisa, o manuseio laboratorial gera riscos em cada etapa, desde o processo de aplicação das cerâmicas até o tipo de união que será promovida entre as camadas (KUNII 2007, VOJDANI 2015).

Vários fatores interferem no ajuste das margens das peças protéticas, dentre eles destacam-se na literatura: a configuração do término do preparo, o espaço de cimentação, o processo de confecção das porcelanas, o tipo de cimentação, além do material escolhido para cada tipo de estrutura. Além disso, a literatura diverge quanto à metodologia de análise das adaptações, o que levanta a questão em torno da necessidade de novos estudos mais específicos para identificar qual a realidade clínica das próteses fixas obtidas através do CAD/CAM (CONTREPOIS 2013).

Analisar os materiais segundo sua indicação é uma tarefa importante, pois pequenas alterações podem comprometer significativamente o resultado final, uma vez que a adaptação das peças protéticas ocorre na ordem de micrômetros. Esse estudo teve por objetivo comparar a desadaptação marginal de copings utilizando materiais distintos em um único sistema CAD/CAM.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAD/CAM na odontologia

Em um estudo retrospectivo de 20 anos, Miyazaki et al. (2009) afirmaram que no início, acreditava-se que o uso do CAD/CAM para fins odontológicos seria mais simples do que para produtos industriais. Porém, fatores como o alto custo e o tempo de operação para confeccionar restaurações personalizadas faziam com que o uso clínico rotineiro fosse difícil. Houve a necessidade de digitalizar cada detalhe com precisão, desde a delicada margem preparada pelos dentistas no dente pilar até toda harmonia com os dentes adjacentes e opostos, tudo isso em um digitalizador compacto, limitado pela necessidade de instalação em um escritório de laboratório normal. Também o processamento mecânico de cantos afiados foi difícil com materiais cerâmicos quebradiços. Restaurações de cerâmica pura passaram a ser desenvolvidas por causa da estética melhorada e do eventual risco de incompatibilidade biológica dos metais utilizados convencionalmente. Além disso, as boas propriedades mecânicas como a alta resistência à flexão e fratura trouxeram ao mercado várias possibilidades, como o dissilicato de lítio, alumina e zircônia.

Através de uma busca eletrônica nas bases de dados Medline (PubMed) e Embase, utilizando artigos publicados entre janeiro de 2000 a outubro de 2012, Boitelle et al. (2014) concluíram em uma revisão sistemática que o sistema CAD/CAM possibilita adaptações nas restaurações com precisão de menos de 80 µm em média, melhorando a qualidade das próteses em comparação às obtidas por métodos convencionais. Os autores incluíram 26 artigos no estudo abordando a adaptação de coroas unitárias e demonstraram um ajuste marginal absoluto entre 9,94 ± 4,18µm e 308,92µm. A desadaptação cervical vertical variou entre 29,26 ± 4,08µm e 105,34µm. Segundo os autores, a dificuldade não está em obter melhores níveis de ajuste, mas sim, na utilização de uma mesma máquina para confecção de uma grande quantidade de peças de diferentes tipos de materiais. A insuficiência de estudos clínicos sobre a precisão do CAD/CAM e a enorme variedade de protocolos empregados nas pesquisas não possibilitaram resultados definitivos sobre a qualidade das próteses obtidas por esse sistema.

Park et al. (2016) em um estudo in vitro verificaram a adaptação marginal de copings metálicos produzidos por CAD/CAM, comparando uma liga dura totalmente

sinterizada com uma liga macia pré-sinterizada, utilizando como grupo controle copings obtidos por fundição convencionalmente. Os autores levantaram que as ligas de Co-Cr produzem menos reações alérgicas e apresentam maior resistência corrosiva que as ligas de Ni-Cr, porém apresentam alta temperatura de fusão e são dificeis de manipular. Com o desenvolvimento do CAD/CAM, os blocos de metal puderam ser fresados diretamente, normalmente com eles já totalmente sinterizados, podendo provocar rápido desgaste das ferramentas de fresagem e prolongando o tempo de fabricação. Por isso, foram desenvolvidas ligas macias pré-sinterizadas, semelhantes à cera, que podem minimizar a abrasão das ferramentas, facilitando inclusive a fresagem a seco e minimizando o tempo de produção, sendo que após o processo de moagem, as restaurações são sinterizadas até a densidade total. Com 10 espécimes para cada grupo, os autores mediram as discrepâncias marginais dos copings em sete pontos através de uma técnica de replicação em silicona e puderam concluir que o ajuste marginal e interno de restaurações feitas a partir de uma liga macia pré-sinterizada usando CAD/CAM foi semelhante ao ajuste de restaurações feitas a partir de fundição convencionais, além de ter sido menor do que a liga completamente sinterizada e dura, sendo a média para todos os grupos foi de 33,68 a 62,18 µm, dentro do intervalo clinicamente aceitável.

2.2 Propriedades da zircônia e sua aplicação clínica

Poggio et al. (2012) em um estudo retrospectivo avaliou 102 coroas de zircônia instaladas sobre término tipo gume de faca em 31 pacientes com tempo de acompanhamento entre 10 a 72 meses no período de 6 anos. Com o preparo sem ombro e espaço oclusal de aproximadamente 02 mm, as coroas foram avaliadas visualmente em busca de alterações aparentes na sua estrutura e a integridade marginal foi cuidadosamente avaliada com um explorador afiado. Nenhuma coroa exibiu fratura da infraestrutura de zircônia, encontrando desempenho clínico semelhante ao relatado com outros tipos de término cervical, mas com preparos menos invasivos.

Miyazaki et al. (2013) através de uma revisão na bibliografia sobre a zircônia, constataram que a zircônia tetragonal estabilizada por ítria apresenta maior resistência à fratura do que as demais cerâmicas e são utilizadas pela maior parte dos sistemas CAD/CAM como material de infraestruturas. Sua aplicação pode ser de

duas maneiras, a primeira com um bloco totalmente sinterizado para usinagem direta, o que garante melhor ajuste por não depender do encolhimento da fase de sinterização a 1350 - 1400°C (por volta de 27%), mas compromete sua durabilidade pela formação de microfissuras durando o duro processo de moagem, além de deteriorar mais rapidamente os equipamentos. A segunda utiliza o bloco pré-sinterizado facilitando a usinagem, porém necessita de uma compensação do tamanho da infraestrutura, tendo em vista a diferença de tamanho após queima. Devido sua translucidez insuficiente, houve a necessidade de combina-lá com um revestimento cerâmico mais estético, porém, o mecanismo de ligação entre eles permanece desconhecido. Não houve evidências claras de ligação química e a resistência da ligação entre zircônia e porcelana foram inferiores às do metal e da porcelana. Fatores como a diferença de coeficiente de expansão térmica dos materiais e o manejo adequado no laboratório dental podem influenciar no sucesso das próteses.

Também segundo Belo et al. (2013), em uma revisão de literatura através da base de dados online Medline/Pubmed, a zircônia apresenta propriedades mecânicas superiores às demais cerâmicas odontológicas devido a um mecanismo de tenacificação enquanto cristalina. É uma cerâmica ácido-resistente, influenciando na cimentação adesiva de infraestrutura produzida a partir dela, necessitando etapa de silicatização para a silanização, e quando associado ao uso de cimentos resinosos com monômeros fosfatados geram bons resultados de união. Os estudos clínicos analisados apontam que a zircônia é adequada para a fabricação de infraestruturas, não obtendo quantidade significativa de fraturas.

2.3 Desadaptação marginal da zircônia

Com o objetivo de medir o ajuste marginal e interno de próteses parciais fixas de três elementos em zircônia utilizando tomografia micro-computadorizada Borba et al. (2013) produziu modelos de aço inoxidável através de CAD/CAM simulando um pilar preparado com 4,5 mm de altura, 6° de conicidade e chanfro de 120° como ponto de referência. Utilizou um espaço de 20 µm para cimentação e irradiou o feixe perpendicular ao longo eixo do preparo, gerando imagem com pixel de 17 µm. Neste estudo foi encontrado desajuste marginal de média 47 µm, que está bem abaixo do limiar clínico de 120 µm consentido pela literatura.

Em um estudo in vivo Biscaro et al. (2013) compararam a adaptação marginal de coroas unitárias de zircônia obtidas através de CAD/CAM com coroas metalocerâmicas obtidas por técnica convencional. Utilizando trinta dentes vitais, sem cáries e não tratados, em cinco participantes indicados para extração e instalação de implantes. Foram confeccionadas 10 coroas para cada um dos 3 grupos, sendo o grupo controle composto por metalocerâmicas tradicionais e 2 grupos com coroas de zirconias obtidas por CAD/CAM. Após um mês os dentes foram extraídos e levados a um microscópio com ampliação de 50x, onde foram medidas as quatro faces de cada dente. Não houve diferenças quantitativas entre os grupos. Os valores médios foram 33,42 µm para o grupo controle; 35,32 µm e 34,18 µm para os grupos das zircônias.

Cunali et al. (2017) avaliou a adaptação marginal e interna de copings de zircônia fabricados por dois sistemas diferentes, através de réplica em silicone e micro-CT. Utilizando um modelo-mestre de metal com preparo para coroa total foram fabricados copings de zirconia (Ceramill Zi, Amann Girrbach e inCoris Zi, Dentslpy Sirona) com n=10. Não houve diferença estatisticamente significativa observada entre as duas técnicas na adaptação marginal e na parede axial. O ângulo axial-oclusal apresentou diferenças significativas entre as técnicas nos copings da Amann, enquanto que para copings da Dentsply Sirona foram observados valores semelhantes. Pode-se concluir que a microCT mostrou menores valores de adaptação marginal e interna quando comparado com a técnica de réplica em silicone. Os pontos de avaliação da margem e da parede axial mostraram os menores valores de adaptação, independente do sistema cerâmico e da técnica de avaliação utilizados.

2.4 Fatores que influenciam na análise

Tendo em vista que a terminologia que descreve "ajuste" e as técnicas utilizadas para medi-lo variam consideravelmente na literatura, Holmes et al. (1989) elaboraram através de um levantamento bibliográfico uma sugestão de terminologia para padronizar e especificar cada medição (ANEXO A). Como existem muitos locais diferentes entre um dente e uma restauração onde as medições podem ser feitas, as medidas de desajuste foram geograficamente relacionadas entre si pelos autores e definidas como: espaço interno, espaço marginal, discrepância marginal vertical,

discrepância marginal horizontal, sobrecontorno, subcontorno, discrepância marginal absoluta e discrepância de assentamento. A medição perpendicular da superfície interna da restauração para a parede axial do preparo é chamada de espaço interno, e a mesma medida na margem é chamada de espaço marginal. O valor medido entre os extremos da margem do dente e da restauração paralelamente ao eixo de inserção é chamado de discrepância marginal vertical, enquanto o medido perpendicular é chamado de discrepância marginal horizontal. Quando o limite da margem da restauração fica além ou aquém do limite do preparo pode-se chamar de sobrecontorno e subcontorno respectivamente e apresentam distância perpendicular ao espaço marginal. A distância em linha reta entre os limites pode ser chamada de discrepância marginal absoluta e pode ser calculada pela hipotenusa do triângulo reto formado entre a discrepância marginal vertical e a discrepância marginal horizontal. Quando não existe sobrecontorno ou subcontorno, a discrepância marginal absoluta é a mesma que o espaço marginal. Quando não existe espaço marginal, a discrepância marginal absoluta é a mesma que o sobrecontorno ou subcontorno. A falta de assentamento de uma restauração, medida perpendicularmente ao eixo de inserção por um ou mais pontos definidos de maneira arbitrária externamente às superfícies envolvidas e afastado das margens é chamado de discrepância de assentamento. Os autores ainda ressaltam que muitas vezes o mesmo termo é usado para se referir a diferentes medidas, ou diferentes termos são usados para se referir à mesma medida, gerando confusão na comparação de estudos, uma vez que a escolha da terminologia e das definições é muitas vezes subjetiva.

Em uma revisão sistemática na literatura, Contrepois et al. (2013) através das bases de dados PubMed e Scopus de 1994 até o ano de 2012, avaliaram um total de 17 sistemas de cerâmica em 48 estudos in vitro e 6 in vivo, concluindo que 94,9% dos estudos apresentaram desajustes marginais dentro da aceitabilidade clínica, ou seja, menores ou iguais a 120 µm, sendo o maior valor encontrado de 174 µm e o menor de 3,7 µm. Apesar disso, os artigos apresentaram uma heterogeneidade significativa em termos de protocolos experimentais, o que não permitiu a execução de uma meta-análise que estabelecesse um ranking rigoroso dos diferentes sistemas em termos de precisão. O método de análise mais amplamente utilizado pela literatura foi através de exame com visão direta no microscópio, apesar da dificuldade em identificar os pontos de referência a serem medidos e dos possíveis

erros de projeção. Foram identificados quatro fatores que podem influenciar na adaptação marginal: valor do espaço de cimentação e tipo de cimentação, confecção das porcelanas e configuração do término do preparo. Para as análises, o mais conveniente é medir sem cimentar a coroa, sendo o protocolo mais utilizado pelos pesquisadores.

Através de meta-análise, Nawafleh et al. (2013) utilizando as bibliotecas on-line PubMed, Scopus e Ovid, no período de 1970 a 2011 revisaram os métodos utilizados para investigar a adaptação marginal de próteses fixas e discutir se as variáveis de teste empregadas influenciam nos resultados. Identificando que a técnica de visão direta foi utilizada em 47,5% dos artigos seguidos por seção transversal (23,5%) e técnicas de réplica de impressão (20,2%). Ao utilizar um microscópio em diferentes ampliações não é necessário nenhum procedimento no conjunto da coroa-matriz, como secções ou replicações do espaço de cimento antes das medições, tornando-o mais barato, menos demorado e reduzindo as chances de acumulação de erros que possam resultar de múltiplos procedimentos. Os valores de desajuste encontrados variaram de acordo com o tipo de estudo: in vivo ou in vitro, tamanho da amostra e medidas por amostra, desenho do término do preparo e cimentação. Não houve consenso em relação à adaptação marginal devido às diferenças nos protocolos experimentais empregados. Sendo assim, os autores concluíram que términos de preparo do tipo ombro parecem facilitar o escoamento do cimento melhorando a adaptação e que após a cimentação, a discrepância marginal geralmente aumenta.

2.4.1 Cimentação

Tendo em vista que a resistência dos materiais de cimentação é um fator que evita o completo assentamento das restaurações, Nemane et al. (2015) testou diferentes tipos de términos de preparo para coroa total, afim de verificar qual a adaptação marginal e assentamento oclusal de cada um. Para isso matrizes metálicas de aço inoxidável com diferentes margens foram usinadas com precisão, testando um ombro de 90°, ombro arredondado, ombro inclinado de 45°, chanfro, chanfro longo e lâmina de faca. Utilizando cimento de fosfato de zinco, os copings metálicos foram assentados e posteriormente seccionados sagitalmente em conjunto com as matrizes metálicas e analisados em microscópio estereoscópico. O ombro

arredondado teve o melhor assento oclusal, seguido pelo ombro de 90° apresentando valores estatisticamente semelhantes, enquanto houve diferença significativa no assento e vedamento de chanfros longos e preparações mais finas. Verificou-se que o bom escoamento do cimento depende do momento em que a margem do preparo é adaptada, sendo assim, os preparos que apresentam términos mais suaves dificultam a saída do material e geram desadaptação.

Em um estudo in vitro, Kale et al. (2016) avaliou o efeito do espaço de cimento sobre o ajuste marginal das coroas de zircônia monolítica fabricadas com CAD/CAM antes da cimentação. Utilizando quinze molares com preparos padronizados para coroas totais, após escaneamento e digitalização, o projeto foi executado com espaço de cimentação ajustado em 25 µm no término do preparo para todos os grupos, e o espaço de cimento adicional iniciando 1 mm acima das linhas do término foi ajustado em 30 µm, 40 µm e 50 µm para cada grupo contendo 5 coroas. Medindo através de microscópio estereoscópico, foi analisado o desajuste vertical e os resultados mostraram que diferentes valores de espaço de cimento tiveram efeito estatisticamente significativo, sendo de 85 µm, 68 µm e 53 µm para o grupo de 30µm, 40µm e 50µm respectivamente. Concluindo que os valores de desajuste marginal aumentaram quando o espaço de cimento diminuiu, e assim, deve ser respeitado pelo menos 50 µm, dos quais 30 µm serve para a espessura do cimento e redução do atrito devido à rugosidade das superfícies e 20 µm restantes como precaução para a potencial distorção na restauração causada durante sua fabricação.

2.4.2 Desenho e confecção das cerâmicas

Hilgert et al. (2003) avaliou a adaptação marginal de copings cerâmicos frente a duas linhas de acabamento e tratamento de superfície interna. Duas matrizes de aço foram fresadas para coroas totais, uma com um desenho de margem de ombro arredondado e a outra com um chanfro profundo. Vinte copings foram feitos, dez para cada grupo e a discrepância marginal foi avaliada em microscópio de medição, resultando em 42,37±18,78µm para o grupo do ombro arredondado e 33,35±20,08µm para o grupo do chanfro profundo, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Então, cada grupo foi dividido em outros dois, que receberam dois tipos de jateamento de sílica: em toda superfície da coroa ou na

superfície interna da coroa preservando a borda cervical. As discrepâncias foram medidas novamente e os valores foram comparados com os iniciais. Sendo que cada um dos grupos experimentais pós-jateamento em ambos os términos apresentaram valores semelhantes entre eles e mesmo quando não submetidos a qualquer tipo de tratamento.

Kunii et al. (2007) observaram os efeitos da sinterização da zircônia obtida por CAD/CAM sobre adaptação das margens de copings. Foram produzidos pilares únicos para coroas unitárias, pilares duplos para pônticos de 3 e 4 elementos, além de uma configuração de 3 pilares para sustentar 5 elementos. Os tamanhos de todos os copings usinados foram projetados para ser 21% maiores que no modelo, tendo em consideração o encolhimento de sinterização. Foram utilizados 50 μm de espaço de cimento para as superfícies axial e oclusal do pilar e nenhum espaço foi incluído na margem. A espessura foi fixada em 0,5 mm e todos os pônticos foram projetados para serem das mesmas dimensões. As estruturas foram aquecidas até 500 ℃ para vaporizar o aglutinante e depois foram sinterizadas continuamente em 1.400 ℃ usando um forno de sinterização. Após instalação dos copings nos pilares com cimento resinoso, foram incorporados à resina acrílica e seccionados na direção mesiodistal com uma máquina de corte de diamante de baixa velocidade. A espessura da camada de cimento foi medida usando um microscópio digital em uma ampliação de 40x. Os resultados se mostraram excelentes para o coping de coroa unitária (3,6 ± 5,8 μm) e a adaptação marginal dos copings de 3 e 4 elementos ficaram dentro da aceitação clínica, porém houve diferença significativa entre as margens dos lados dos pônticos com os lados onde não haviam os pônticos, sugerindo que o encolhimento gerou distorção das estruturas durante sinterização. A estrutura com 5 elementos e 3 pilares apresentou adaptação superior à da com 3 e 4 elementos, porque o pilar central apoiou a estrutura. Assim, os achados deste estudo mostraram claramente que o desenho da estrutura era importante para evitar a distorção de estruturas longas durante a sinterização pós-usinagem.

Vojdani et al. (2015) avaliaram o ajuste marginal de copings de zircônia produzida por CAD/CAM antes e depois da queima da porcelana aplicada sobre eles, além de avaliarem a influência do preparo sobre o ajuste marginal. Utilizando 20 amostras com preparo de chanfro e ombro (n = 10) e análise através de microscópio digital, notou-se diferença significativa entre os dois grupos antes da queima, sendo que o grupo produzido sobre ombro apresentou valores menores do

que aqueles com configuração de chanfro, mas não houve diferenças significativas após a queima da porcelana. Concluindo que o revestimento de porcelana teve uma influência estatisticamente significativa no ajuste marginal das coroas, porém ambos os preparos apresentaram valores clinicamente aceitáveis. Os autores sugerem que esse achado tenha ocorrido devido às partículas de porcelana do revestimento preencherem as porosidades do coping durante a queima, fazendo com que a contração da porcelana, por diferença de coeficiente térmico de expansão, gere estresse sobre o coping, além da possível contaminação da margem e superficie interna dos copings durante o munuseio do revestimento. No caso do chanfro que se extende à parede axial do preparo, o assentamento da margem se dá ao longo desse comprimento, enquanto que a margem do ombro se conecta em forma de topo, sem qualquer extensão à parede axial, fazendo com que qualquer distorção devido à queima afete seu ajuste marginal de forma mais evidente.

Com o objetivo de comparar o ajuste marginal vertical de 3 sistemas de zircônia em prótese fixa obtidas pela tecnologia CAD/CAM, Gonzalo et al. (2009) utilizaram 2 pilares em uma plataforma para instalação de 3 elementos unidos, simulando dois pré-molares e um molar, preparados com chanfro de 1 mm de largura com margem circunferencial e ângulo de convergência de 6 graus das paredes axiais, com sulco vertical paralelo ao longo eixo dos pilares para orientação. Através de estereomicroscópio foram comparados 3 sistemas de zircônia em CAD/CAM entre si e com um grupo controle composto por metalocerâmicas obtidas pela técnica convencional de cera perdida, antes e depois da cimentação (n=10). As peças foram projetadas respeitando 50 µm de espaço interno a partir de 0,5mm da margem, e o cimento utilizado foi o ionômero de vidro. Os espécimes foram posicionados em uma base perpendicular ao eixo óptico do microscópio em uma angulação constante de 25 graus. Não foram registradas diferenças significativas na adaptação marginal vertical antes e após a cimentação com ionômero de vidro nos grupos analisados. As medidas de adaptação marginal exibiram discrepâncias verticais médias no intervalo de 9-76 µm. Os resultados deste estudo mostraram que um espaço interno de 50 µm proporcionou uma alta precisão de ajuste das restaurações e a precisão do ajuste alcançado para os 3 grupos de óxido de zircônio analisados estava dentro da aceitação clínica, sendo menores do que no grupo metalocerâmico.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Analisar copings metálicos e de zircônia obtidos pelo CAD/CAM;

3.2 Específicos

- Avaliar a desadaptação marginal de coping metálico produzido pelo CAD/CAM;

- Avaliar a desadaptação marginal de copings, de duas marcas distintas de zircônia, produzidas pelo CAD/CAM;

-Comparar a desadaptação marginal de copings metálicos e de zircônia produzidos pelo sistema CAD/CAM.

4 MATERIAIS E MÉTODO

Foi utilizada uma única matriz em forma de núcleo metálico produzido pelo laboratório Dental Souza (Campo Grande – MS) a partir de uma fresadora Powerful mini (Metal Milling Machine – USA) com dimensões de 5,3 mm de altura e 6,5 mm de largura na base circunferencial com termino de ombro arredondado e paredes axiais com 6º de conicidade oclusal, contendo um marcador em forma de sulco vertical paralelo ao longo eixo, marcando um dos lados onde foram instalados os copings em posição padronizada. O núcleo foi colado a um cilindro de acrílico com marcações em 4 lados medidos a partir de seu perímetro, para criar as faces: vestibular, distal, lingual e mesial (Figura 1).

Fonte: acervo próprio.

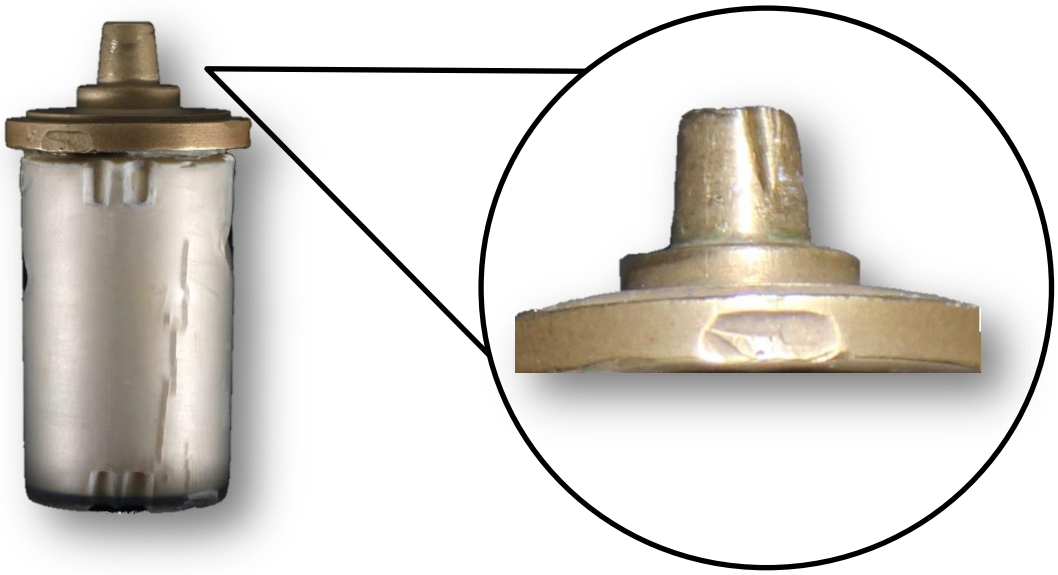


Figura 1 – Matriz em forma de núcleo metálico.

Um único operador treinado e experiente realizou os procedimentos técnicos necessários para a confecção de todas as peças em CAD/CAM, conforme recomendado pelo fabricante.

Foram confeccionados 20 copings metálicos representando o grupo controle e 40 copings de zircônia, sendo utilizadas duas marcas diferentes para esse material (Singular Implants e Amann Girrbach) formando três grupos experimentais com 20 copings cada. O núcleo da matriz foi digitalizado uma única vez na unidade CAD através de escâner Ceramill Map 400+ (Amann Girrbach Brasil LTDA, Curitiba – PR)

e os dados armazenados no software de construção Ceramill Mind (Amann Girrbach Brasil LTDA, Curitiba – PR). O projeto foi único para todos os grupos seguindo as medidas da matriz com espaço interno de 50µm, simulando as medidas necessárias para cimentação, iniciando a 1 mm da linha de término que foi delineada aquém do limite da margem, evitando sobrecontorno que pudesse interferir na análise. Não foi incluído espaço de cimentação no término. A unidade CAM confeccionou os copings dos três grupos através da fresadora Ceramill Motion 2 com a ajuda de fresas de controle computadorizado específicas (Amann Girrbach Brasil LTDA, Curitiba – PR).

Para o grupo controle foi utilizado o metal Ceramill Sintron (Amann Girrbach Brasil LTDA, Curitiba – PR) de uma liga CoCrMo. Após fresagem, os copings foram removidos do bloco pelo operador com auxilio de peça reta e broca carbide 701 para então serem levados para sinterização em forno Ceramill Argotherm 2 em uma câmara Ceramill Argovent, contendo gás argônio por 5 horas, numa temperatura de 1.550°C, conforme recomendado pelo fabricante.

O grupo de estudo foi dividido em grupo 1 e grupo 2. Para o grupo 1 foi utilizado um disco de zircônia de 20mm Ceramill ZI (Amann Girrbach Brasil LTDA, Curitiba – PR). Após fresagem semelhante ao grupo controle, os copings foram levados para sinterização em forno Ceramill Therm 3 seguindo as recomendações do fabricante e por fim foi realizado acabamento dos conectores com pedra para zircônia tamanho M (Identlab laboratorio de analises clinicas LTDA - São Paulo, Brasil).

O grupo 2 seguiu exatamente o mesmo processo de fabricação do grupo 1, porém foi utilizado um disco de Zircônia de 20mm para CAD/CAM Exact Block Zir do sistema Amann Girrbach (Singular Implants – SGL Corp., Parnamirim - RN, Brasil), acrescentando a etapa de calibração do aparelho através do código de barras do disco utilizado.

Os copings foram levados para análise em microscópio óptico comparador digital com precisão de 0,001 mm (Mitutoyo – Mig., Co., Lft.,Tokyo, Japan), e foram posicionados em uma base perpendicular ao eixo óptico do microscópio. As medições para cada coping seguiram o seguinte protocolo:

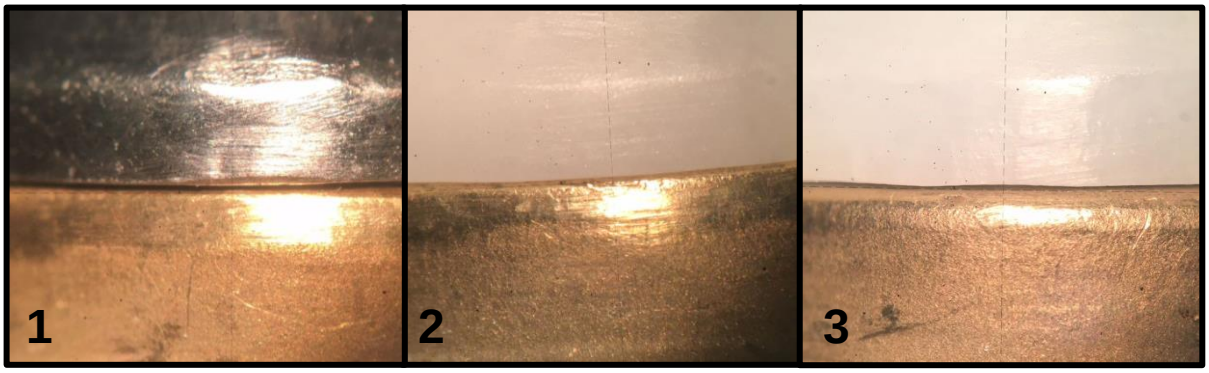
- Adaptação manual do coping no núcleo com auxílio de glicerina simulando uma cimentação para manter o coping na mesma posição durante toda a análise, sendo facilmente e completamente removido ao final;

- Posicionamento do conjunto no microscópio seguindo os 4 lados determinados pela base de acrílico, na distância focal adequada;

- Alinhamento do eixo x do microscópio ao término do preparo;

- Deslizamento do eixo y ao término do coping, obtendo um valor numérico de desajuste marginal (Figura 3).

Figura 2 – Imagens do microscópio, copings em posição na sequência:1- Sintron, 2- Ceramill ZI e 3- Exact Block Zir.



Fonte: acervo próprio.

Dois analisadores mediram cada face 3 vezes, totalizando 24 medições em cada coping e 1440 leituras para esse estudo.

Os copings de zircônia foram marcados internamente com caneta hidrográfica, sendo vermelha para o grupo 1 e azul para o grupo 2. Foram numerados com caneta esferográfica de forma aleatória, para estabelecer uma sequência de medição. Ao final foram identificados os grupos e levados para análise estatística.

A comparação entre os materiais utilizados em relação á desadaptação marginal foi realizada por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo pós-teste de Dunn, uma vez que as amostras de dados não passaram no teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os demais resultados deste estudo foram apresentados na forma de estatística descritiva ou na forma de gráfico. A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico SigmaPlot, versão 12.5, considerando um nível de significância de 5% (ROWE, 2007).

5 RESULTADOS

Os resultados referentes à desadaptação marginal, de acordo com o material utilizado para a confecção dos corpos de prova, estão apresentados na Gráfico 1.

A desadaptação média nos corpos de metal foi de 29,81±0,62µm (média±erro padrão da média). Nos corpos de prova com zircônia Amann foi de 17,50±0,51µm e naqueles com zircônia singular a desadaptação marginal foi de 66,09±0,98 µm. Na comparação entre os materiais, houve diferença significativa entre eles em relação à desadaptação marginal (teste de Kruskal-Wallis, $p<0,001$), sendo que a desadaptação observada nos corpos de prova com zircônia Amann foi menor que aquela observada nos corpos de prova com metal ou com zircônia singular (pós-teste de Dunn, $p<0,05$). Além disso, a desadaptação observada nos corpos de prova com metal foi menor do que aquela observada nos corpos de prova com zircônia Singular ($p<0,05$).

Foram observadas fraturas no bordo dos corpos de prova com zircônia Singular após moagem, enquanto os demais corpos de prova mantiveram-se íntegros após todo processo de fabricação.

O gráfico 1 traz valores da média em micrômetros.

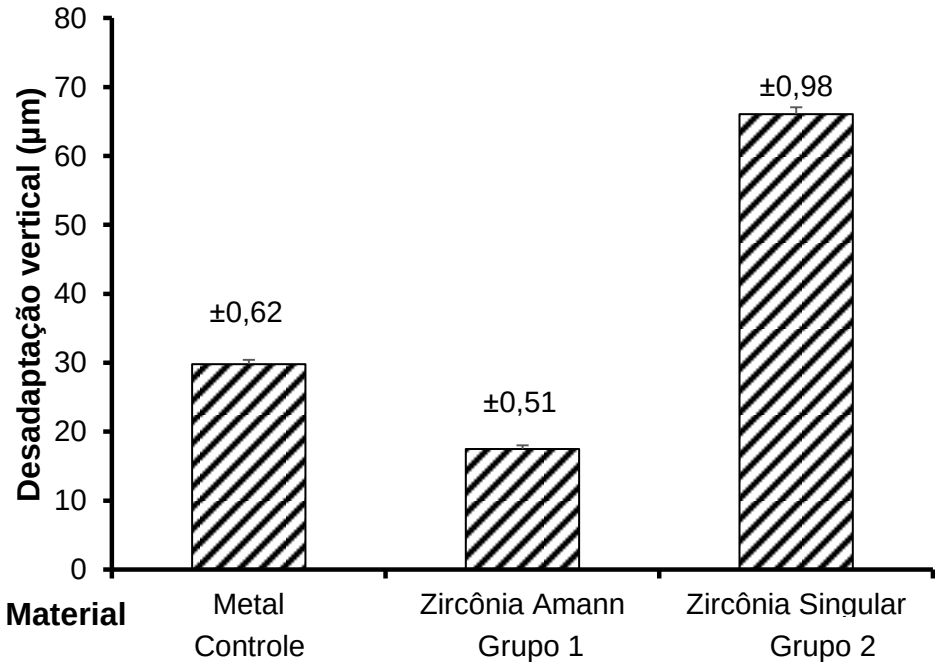


Gráfico 1: Desadaptação marginal de acordo com o material utilizado nos copings,

6 DISCUSSÃO

Uma boa adaptação marginal dos copings é essencial não só para melhorar a resposta gengival, mas também para diminuir a necessidade de ajustes oclusais após a cimentação, o que garante a longevidade dos tratamentos (QUINTAS et al. 2004). Quanto melhor a precisão marginal, menor será a espessura da linha de cimentação, diminuindo os riscos de recidiva de cárie, principalmente em preparos subgengivais (BINDO et al. 2009).

Quanto mais espessa a linha de cimentação, maior o risco de rompimento da união entre restauração e preparo, levando à formação de fendas nas margens da restauração e consequente desadaptação (CASSELLI 2011, RIBEIRO 2011). O presente estudo avaliou a desadaptação marginal de copings produzidos por CAD/CAM antes da cimentação, a fim de evitar qualquer interferência do material cimentante na análise dos resultados apresentados pelos diferentes tipos de materiais empregados na confecção dos copings.

A literatura diverge quanto à metodologia mais adequada para análise da desadaptação marginal de copings, apesar do grande número de estudos a cerca do assunto, não se pôde chegar à conclusão de qual atinge resultados mais fiéis (CONTREPOIS 2013, NAWAFLEH 2013). Sendo assim, esse estudo utilizou um exame com visão direta no microscópio, uma vez que este tem sido utilizado mais comumente pela literatura, a fim de facilitar a análise e comparação, encontrando resultados aceitáveis clinicamente, corroborando com os estudos anteriores.

Respeitando um espaço interno de cimentação de 50µm pôde-se observar passividade na adaptação com as paredes da matriz em forma de núcleo metálico. O espaço interno de cimentação serviu também para evitar desadaptações geradas por possíveis irregularidades internas geradas durante o processo de confecção dos copings conforme resultados encontrados por Gonzalo et al. 2009, cujo valor de desadaptação marginal ocorreu num intervalo de 9-76µm, seguindo o mesmo parâmetro de espaço para cimentação, porém fazendo uso do cimento de ionômero de vidro. Esse estudo obteve um intervalo de 16,99-67,07µm entre os espécimes de todos os grupos, aproximando-se da média encontrada por Kale et al. 2016 de 53µm quando utilizado o mesmo espaço interno na fabricação dos corpos de prova.

Uma vez que as cerâmicas produzidas sem a presença de metal são altamente estéticas e possuem alta aceitabilidade clínica pelos pacientes

(ANDREIUOLO 2011) além da zircônia apresentar boas propriedades mecânicas e a maior resistência à fratura dentre as outras cerâmicas comercialmente disponíveis (RINKE 2012), nesse estudo foi utilizada a zircônia para confecção de copings tendo em vista sua aplicabilidade clínica e a relevante comparação com os metais utilizados na confecção de peças protéticas, sendo que o sistema CAD/CAM gerou desadaptação inferior a 70µm para todos os grupos analisados, demonstrando a acurácia proporcionada por essa tecnologia para os mais diversos tipos de materiais, ratificando o estudo de Boitelle et al. (2014) onde demonstrou através da literatura, a capacidade do CAD/CAM em gerar produtos com desadaptação menor do que 80µm.

Blocos pré-sinterizados foram fresados através do sistema CAD/CAM, sem que houvesse desgaste excessivo das fresas como consta na literatura (HILGERT 2003, GONZALO 2009, BISCARO 2013, BORBA 2013, BOITELLE 2014). No grupo 2 foram observadas fraturas no término dos copings após processo de moagem, o que prejudicou na adaptação marginal dos corpos de prova e possivelmente interferiu nos resultados encontrados. Os demais grupos não apresentaram qualquer tipo de irregularidade por toda a extensão dos copings. Por essa condição ter sido somente encontrada nos corpos de prova do grupo da zircônia de marca diferente do sistema CAD/CAM utilizado, descarta-se a princípio a possibilidade de falha do operador que seguiu exatamente todas as recomendações exigidas pelos fabricantes, e remete-se às características próprias do material, que quando submetidas ao processo de fabricação mecânica demonstraram qualidade inferior aos demais grupos analisados nesse estudo.

Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que o grupo 2 de marca distinta a do sistema CAD/CAM apresentou valores de desadaptação marginal maiores do que os demais grupos, mesmo seguindo os critérios de produção estabelecidos pelo fabricante do material. O que sugere que a compatibilidade do material utilizado em um determinado sistema influencia nos valores de adaptação marginal das peças produzidas (CORREIA et al. 2006). O valor encontrado por essa zircônia (Singular) de 66,09±0,98µm ficou acima do valor médio encontrado por Borba et al. (2013) de 47µm, porém está dentro do clinicamente aceitável por MaClean e Fraunhofer (1971) de 120 µm e dentro do valor encontrado pela metanálise de Boitelle et al. (2014) de 80µm.

Como todos os corpos de prova foram produzidos a partir do mesmo projeto, sendo as peças fabricadas de maneira semelhante, a diferença na desadaptação marginal entre os grupos pode estar também associada ao processo de queima, já que cada material responde ao processo de sinterização conforme suas especificações e composição (KUNII et al. 2007).

As ligas macias pré-sinterizadas do grupo controle utilizando CoCrMo foram facilmente trabalhadas a seco pela unidade CAM, e após a sinterização em uma câmara contendo gás argônio (uma atmosfera inerte que evita a contaminação pelos gases reativos que existem no ar, como o oxigênio e o dióxido de carbono) foram observadas desadaptações marginais de média 29,81±0,62µm inferiores aos resultados encontrados por Park et al. (2016) de 33,68 a 62,18µm.

O grupo 1 gerou desadaptação inferior a do grupo controle, onde a zircônia e o metal CoCrMo respectivamente, foram processados pelo sistema CAD/CAM da própria marca, comprovando a eficiência da zircônia em substituir as ligas metálicas não somente pela estética e resistência, mas como também pela adaptação (BORBA 2013, MIYAZAKI 2013). O valor médio do grupo 1 de 17,50±0,51µm foi menor do que os observados por Biscaro et al. (2013) de 35,32µm e 34,18µm e também o encontrado por Cunali et al. (2017) de 68.73±8.86µm.

A tecnologia CAD/CAM permitiu a padronização da qualidade das peças cerâmicas, os coppings podem ser compostos por diversos materiais, adequando-se a necessidade do trabalho (PIEROTE 2017). Todos os grupos apresentaram valores clinicamente aceitáveis, o que corrobora com a literatura a cerca da eficiência do sistema CAD/CAM em produzir bons resultados com diferentes tipos de materiais e também ajuda a consolidar o bom desempenho da zircônia quando comparada ao metal CoCrMo da mesma marca produzidos pelo mesmo sistema CAD/CAM.

7 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados do presente estudo pôde-se chegar à conclusão de que tanto o metal CoCrMo como a zircônia quando utilizados pelo CAD/CAM na fabricação de copings geraram produtos com desadaptação marginal inferior a 70µm (entre 17,50±0,51µm e 66,09±0,98 µm) ao serem analisados através de microscópio comparador digital, considerado clinicamente aceitável pela literatura de 120 µm. A técnica de análise com visão direta pelo microscópio gerou resultados equivalentes aos encontrados na literatura. A zircônia Amann apresentou a menor média de desadaptação marginal, e a zircônia Singular a maior média de desadaptação marginal.

8 REFERÊNCIAS

Alves VM, Oliveira RS, Barbosa OLC, Neto OI, Castro SHD. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. BJSCR. 2017;18(1):106-9.

Andreiuolo R, Gonçalves AS, Dias KRHC. A zircônia na Odontologia Restauradora. Rev bras odontol. 2011;68(1):49-53.

Belo YD, Sonza QN, Borba M, Bona AD. Zircônia tetragonal estabilizada por ítria: comportamento mecânico, adesão e longevidade clínica. Cerâmica. 2013; 59(352):633-9.

Bindo MJF, Costa RG, Morais ECC, Leão MP, Silva SMLM. Adaptação marginal em prótese livre de metal, observada por meio de microscopia eletrônica de varredura, após três anos em função. RSBO. 2009; 6(2):129-34.

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(1):36-41.

Bispo LB. Cerâmicas odontológicas: vantagens e limitações da zircônia. Rev bras odontol..2015; 72(1/2):24-9.

Boitelle P, Mawussi B, Tapie L, Fromentin O. A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. J Oral Rehabil.2014;41(11):853-74.

Borba M, Miranda Jr. WG, Cesar PF, Griggs JA, Della Bona A. Evaluation of the adaptation of zirconia-based fixed partial dentures using micro-CT technology. Braz Oral Res. 2013;27(5):396-402.

Casselli DSM, Faria-e-Silva AL, Silva FDA, Casselli H, Martins LRM. Avaliação de métodos para mensuração da adaptação marginal e espessura de linha de cimentação em restaurações indiretas. RFO. 2011;16(3):307-11.

Contrepois M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: A systematic review. J Prosthet Dent. 2013;110(6):447-54.

Correia ARM, Fernandes JCAS, Cardoso JAP, Silva CFCL. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. Rev Odontol UNESP. 2006;35(2):183-9.

Cunali RS, Saab RC, Correr GM, Cunha LF, Ornaghi BP, Ritter AV, Gonzaga CC. Marginal and Internal Adaptation of Zirconia Crowns: A Comparative Study of Assessment Methods. Braz Dent J. 2017;28(4):467-73.

Gonzalo E, Suárez MJ, Serrano B, Lozano JF. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. J Prosthet Dent. 2009;102(6):378-84.

Hilgert E, Neisser MP, Bottino MA. Evaluation of the marginal adaptation of ceramic copings in function of the cervical endings and treatment of the internal surfaces. Cienc Odontol Bras. 2003;6(4):9-16.

Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. J Prosthet Dent. 1989;62(4):405-8.

Kale E**,** Seker E, Yilmaz B, Özcelik TB. Effect of cement space on the marginal fit of CAD/CAM fabricated monolithic zirconia crowns. J Prosthet Dent. 2016;116(6):890-5.

Kunii J, Hotta Y, Tamaki Y, Ozawa A, Kobayashi Y, Fujishima A, Miyazaki T, Fujiwara T. Effect of sintering on the marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia frameworks. Dent Mater J. 2007;26(6):820-6.

MaClean JW, Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by in vivo technique. Br Dent London. 1971;131(3):107-11.

Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J. 2009;28(1):44-56.

Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. J Prosthodont Res. 2013;57(4):236-61.

Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: a literature review. J Prosthodont. 2013;22(5):419-28.

Nemane V, Akulwar RS, Meshram S. The effect of various finish line configurations on the marginal seal and occlusal discrepancy of cast full crowns after cementation - an in-vitro study. J Clin Diagn Res. 2015;9(8):18-21.

Park JK, Kim HY, Kim WC, Kim JH. Evaluation of the fit of metal ceramic restorations fabricated with a pre-sintered soft alloy. J Prosthet. Dent. 2016;116(6):909-15.

Pierote JJA, PortaLC, Barbosa IF, Nóbilo MAA, PaulilloLAMS. Próteses Livres de Metal: Revisão de Literatura. J Health Sci 2017;19(1):38-42.

Poggio CE, Dosoli R, Ercoli C. A retrospective analysis of 102 zirconia single crowns with knife-edge margins. J Prosthet Dent. 2012;107(5):317-21.

Polido WD. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da Odontologia. Dental Press J Orthod. 2010;15(5):18-22.

Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: An in vitro evaluation. J Prosthet Dent. 2004;92(3):250-7.

Ribeiro VAQ, Sousa RC, Paiva AEM, Vasconcelos LMR, Lima GR, Santana IL. Avaliação do desajuste marginal de copings para coroa total metalocerâmica em términos cervicais tipo chanfro e ombro com bisel 45°. RFO. 2010;15(3):281-5.

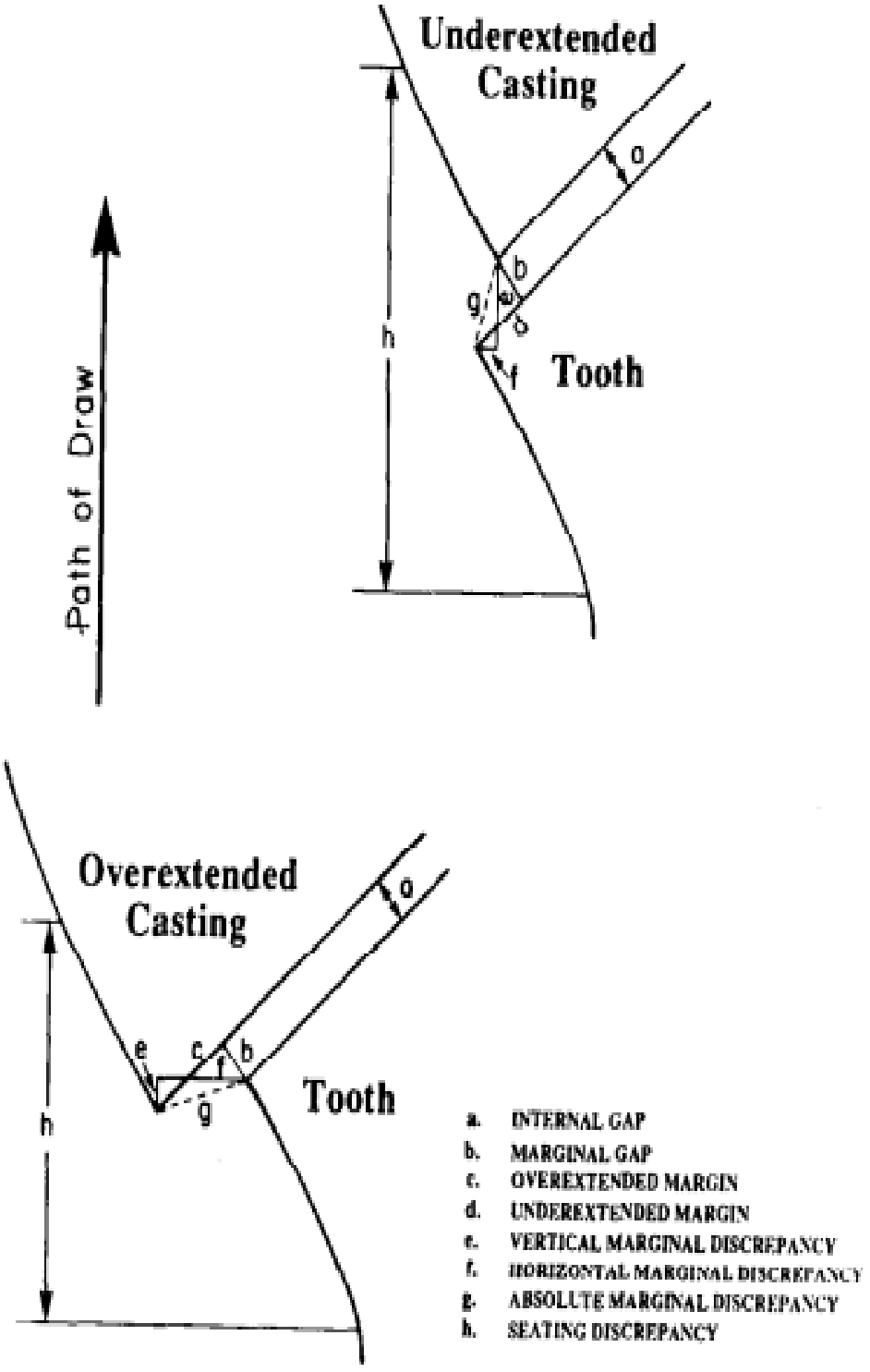
Rinke S, Fornefett D, Gersdorff N, Lange K, Roediger M. Multifactorial analysis of the impact of different manufacturing processes on the marginal fit of zirconia copings. Dent Mater J. 2012;31(4):601 -9.

Rowe P. Essential statistics for the pharmaceutical sciences. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltda, 2007.

Vojdani M, Safari A,Mohaghegh M, Pardis S, Mahdavi F. The effect of porcelain firing and type of finish line on the marginal fit of zirconia copings. J Dent Shiraz UnivMed Sci. 2015;16(2):113-20.

ANEXO A – Esquema de análises do ajuste marginal

Figura 3 - Terminologia dos espaços marginais



Fonte: HOLMES et al. (1989)