



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Paulo Fermino da Costa Neto

Efeito de diferentes materiais e términos de preparo sobre a integridade marginal de coroas CAD/CAM

Araraquara

2019



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Paulo Fermino da Costa Neto

Efeito de diferentes materiais e términos de preparo sobre a integridade marginal de coroas CAD/CAM

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia de Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas, Área de Dentística Restauradora

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

Araraquara

2019

Costa Neto, Paulo Fermino da

Efeito de diferentes materiais e términos de preparo sobre a integridade marginal de coroas CAD/CAM / Paulo Fermino da Costa Neto. -- Araraquara: [s.n.], 2019

40 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

1. Cerâmica 2. Preparo do dente 3. Microscopia confocal I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Paulo Fermino da Costa Neto

Efeito de diferentes materiais e términos de preparo sobre a integridade marginal de coroas CAD/CAM

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

2º Examinador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

3º Examinador: Prof. Dr. Elidio Rodrigues Neto

Araraquara, 03 de Maio de 2019

DADOS CURRICULARES

Paulo Fermino da Costa Neto

NASCIMENTO: 26/12/1991 – Brotas/SP

FILIAÇÃO: Lair de Fátima Galhardi e Juca Fermino da Costa

2017 – 2019

Mestrado em Ciências Odontológicas, área de Dentística Restauradora - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araraquara.

2018 – atual:

Especialização em Dentística - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araraquara.

2015 – 2017

Especialização em Implantodontia - Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia.

2015 – 2016

Aperfeiçoamento em Prótese Fixa - Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas.

2014 – 2014

Aperfeiçoamento em Cirurgia Buco-Maxilo-Facial - Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia.

2010 – 2014

Graduação em Odontologia - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araraquara.

Dedico este trabalho aos meus pais, **Lair e Juca**, pelo amor incondicional e pelo apoio em todas as minhas decisões. Todas as minhas conquistas são reflexo da dedicação e esforço de vocês em me proporcionar o bem mais valioso, a educação. Muito obrigado por sempre me mostrarem o melhor caminho, o do bem!

À minha noiva e melhor amiga, **Amanda Rodrigues Galhardo**, que esteve ao meu lado em todos os momentos. Te dedico esta conquista por todo apoio, pela paciência e por todo carinho. Eu amo você!

Aos meus familiares, que estão sempre torcendo por mim e me amparando nos momentos de maiores dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por permitir que eu concluísse mais esta etapa da minha vida, estando sempre presente e permitindo passar pelos momentos difíceis.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. José Roberto Cury Saad**. Ser seu aluno é uma honra e um orgulho muito grande. Muito obrigado pela convivência, amizade e por todo aprendizado que tive nestes dois anos de mestrado.

Ao **Prof. Dr. Elidio Rodrigues Neto**, por aceitar de prontidão fazer parte da minha banca examinadora, mesmo com a grande distância e o curto espaço de tempo. Muito obrigado!

Aos professores **Edson Alves de Campos** e **Marcelo Ferrarezi**, pelos ensinamentos, amizade e por sempre me ajudarem em tudo que precisei. Não cabem em palavras a gratidão que tenho por tudo que vocês fizeram e ainda fazem por mim.

Aos meus grandes amigos **Lucas Arrais de Campos** e **Vinicius Ibiapina Mascarenhas**, por toda a ajuda na realização deste trabalho. Vocês são pessoas extraordinárias e eu me sinto honrado em ter amigos como vocês. Muito obrigado pela cumplicidade e certeza absoluta de sempre poder contar com vocês.

Aos meus amigos de pós-graduação, **Aryvelto, Eran, Taty, Joatan, Rafael e Camila**, por todos os momentos que passamos juntos. Muito obrigado pela amizade.

A todos que direta ou indiretamente participaram e contribuíram para a conclusão deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“Sonhar grande e sonhar pequeno dá o mesmo trabalho.”

Jorge Paulo Lemann

Costa Neto PF. Efeito de diferentes materiais e termos de preparo sobre a integridade marginal de coroas CAD/CAM [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

RESUMO

A crescente demanda por tratamentos estéticos tem impulsionado o desenvolvimento de novos materiais e técnicas para tratamentos restauradores. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes materiais restauradores e termos de preparo sobre a integridade marginal de coroas unitárias confeccionadas pelo sistema CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Quarenta coroas unitárias foram confeccionadas utilizando quatro materiais: cerâmica vítrea a base de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent), composto híbrido a base de cerâmica feldspática reforçada com polímeros (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik), cerâmica de silicato de lítio reforçada com zircônia (Vita Suprinity, Vita Zahnfabrik) e compósito vítreo nanohíbrido (Brava Blocks, FGM) a partir de um preparo com quatro termos diferentes: chanfro (espessura de borda 0.8 mm), chanfro raso (0.4 mm), chanfro profundo (1.2 mm) e ombro (1.2 mm). O dente preparado foi escaneado com um scanner intraoral (CEREC Omnicam, Dentsply Sirona) e um projeto de restauração foi confeccionado com o uso de um software (CEREC SW 4.4, Dentsply Sirona). As coroas foram obtidas a partir da fresagem (Dental Milling Machine MC XL, Dentsply Sirona) de blocos para CAD/CAM dos materiais incluídos no estudo. Em seguida, as coroas obtidas a partir de dois materiais (IPS e.max CAD e Vita Suprinity) foram levadas a forno (Programat CS2The, Ivoclar Vivadent) para queima de cristalização. A integridade de borda das coroas foi mensurada com o uso de Microscópio de Varredura Confocal a Laser (Lext OLS 4100, 3D measuring laser microscope, Olympus) e os dados obtidos foram analisados com análise de variância (ANOVA) a dois fatores, com 5% de nível de significância. Foi observado que o tipo de material utilizado teve efeito significativo sobre a integridade marginal das coroas avaliadas ($p < 0.05$). Entretanto, quando o termo de preparo em chanfro foi utilizado, o efeito do tipo de material não foi significativo ($p \geq 0.73$). Para as coroas confeccionadas com Vita Suprinity®, a qualidade da margem não foi afetada pelo tipo de termo do preparo ($p \geq 0.258$). Não há diferença estatisticamente significativa entre a integridade marginal de restaurações confeccionadas sobre preparos com termos em ombro e chanfro profundo ($p \geq 0.212$) e entre chanfro e chanfro raso ($p \geq 0.376$). A partir destes resultados, concluímos que Vita Enamic® apresentou integridade marginal superior a materiais cerâmicos, integridade da margem de coroas de Suprinity® não é afetada pelo tipo de termo de preparo e para coroas obtidas a partir de termo com preparo em chanfro, o material escolhido não interfere na qualidade da margem das coroas unitárias e produz integridade similar àquelas com termo em chanfro raso.

Palavras-chave: Cerâmica. Preparo do dente. Microscopia confocal.

Costa Neto PF. Effect of different materials and finish line design on the marginal integrity of CAD/CAM crowns [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

ABSTRACT

The crescent demand for aesthetic treatments has driven the development of new materials and techniques for restorative treatments. The aim of this study was to evaluate the effect of different restorative materials and finish line designs on the marginal integrity of single crowns obtained by CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Forty crowns were made using four materials: Lithium disilicate-based vitreous ceramics (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent), hybrid composite based on polymere-reinforced feldspathic ceramics (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik), silicate ceramics lithium reinforced with zirconia (Vita Suprinity, Vita Zahnfabrik) and composite vitreous nanohybrid (Brava Blocks, FGM) from a preparation with four different finish line designs: chamfer (0.8 mm edge thickness), shallow chamfer (0.4 mm), deep chamfer (1.2 mm) and shoulder (1.2 mm). The prepared tooth was scanned with an intraoral scanner (CEREC Omnicam, Dentsply Sirona) and a restoration project was made using a software (CEREC SW 4.4, Dentsply Sirona). Crowns were obtained from milling (Dental Milling Machine MC XL, Dentsply Sirona) from CAD/CAM blocks of materials included in the study. Then, the crowns obtained from two materials (IPS e.max CAD and Vita Suprinity) were submitted (Programat CS2The, Ivoclar Vivadent) for burning of crystallization. The marginal integrity of the crowns was measured using the Laser Confocal Scanning Microscope (Lext OLS 4100, 3D measuring laser microscope, Olympus) and the data obtained were analyzed with two-way ANOVA with 5% level of significance. It was observed that the type of material used had a significant effect on the marginal integrity of the crowns evaluated ($p < 0.05$). However, when the chamfer finish was used, the effect of the type of material was not significant ($p \geq 0.73$). For crowns obtained with Vita Suprinity®, the quality of the margin was not affected by the type of finish of the preparation ($p \geq 0.258$). There was no statistically significant difference between the superficial smoothness of the margins of restorations made on prepared with finish line in shoulder and deep chamfer ($p \geq 0.212$) and between chamfer and shallow chamfer ($p \geq 0.376$). From these results, we conclude that Vita Enamic® presented marginal surface smoothness superior to ceramic materials, surface roughness of the crown margin of Suprinity® is not affected by the type of preparation term and between crowns obtained from finish line with chamfer the chosen material does not interfere with the crown quality of the single crowns and produces smoothness similar to those with a flat bevel.

Keywords: Ceramics. Tooth preparation. Microscopy, confocal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROPOSIÇÃO	13
3 REVISÃO DA LITERATURA	14
3.1 Integridade Marginal	14
3.2 Adaptação Marginal	22
4 MATERIAL E MÉTODO	26
4.1 Material	26
4.2 Método	27
4.3 Análise Estatística	31
5 RESULTADO	32
6 DISCUSSÃO	34
7 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por tratamentos estéticos tem impulsionado o desenvolvimento tecnológico na indústria odontológica. Em tratamentos restauradores, o sistema CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), introduzido na odontologia na década de 1970, representou o início de uma série de avanços em sistemas de impressão digital e de fresagem, que atualmente permitem a confecção de restaurações com propriedades clínicas adequadas¹.

O emprego desta tecnologia apresenta diversas vantagens, tais como: redução de tempo clínico, diminuição de erros causados por alterações dimensionais de materiais e técnicas de impressão, uma melhor comunicação entre o clínico e o laboratório e, em algumas situações, eliminação de uma segunda sessão clínica e a necessidade de confecção de restauração provisória²⁻⁴. Entretanto, a precisão de ajuste de restaurações CAD/CAM, apesar de uma série de aprimoramento de softwares e técnicas, permanece como um fator preocupante⁵.

Uma ampla gama de variáveis, incluindo o processo de obtenção de imagens, confecção do projeto de restauração através de um software, fresagem e alteração dimensional com a queima de cristalização da restauração pode afetar a precisão marginal destas restaurações^{4,5}.

As coroas cerâmicas são consideradas o tratamento restaurador que propicia melhor resultado estético em restaurações indiretas. A principal razão para isto é a ausência de metal, que bloqueia a transmissão de luz. Com esta característica, as cerâmicas assemelham-se aos dentes naturais mais do que qualquer outro material restaurador⁶.

Após o sucesso de cerâmicas vítreas com leucita e feldspato para a confecção de restaurações monolíticas na região anterior, a introdução de cerâmicas vítreas reforçadas com dissilicato de lítio como substituto de ligas metálicas na região posterior e com a capacidade de obter adequada resistência de união ao esmalte forneceu uma alternativa promissora à fabricação de restaurações de cerâmica pura⁷. A microestrutura única deste material permite a combinação de excelentes propriedades mecânicas sem prejuízo à sua alta translucidez⁸.

Com o caráter dinâmico da expansão tecnológica, novas formulações tem sido desenvolvidas por fabricantes de materiais odontológicos restauradores. Entre estes novos materiais estão incluídos produtos que combinam as propriedades vantajosas

da cerâmica, como durabilidade e estabilidade de cor, com as de resinas compostas, tais como sua baixa abrasividade aos dentes antagonistas e baixo módulo de elasticidade, que permite a maior absorção de tensões funcionais. Como exemplo temos a Vita Enamic®, uma rede de cerâmica infiltrada com polímeros que contém 86% (em peso) de matriz cerâmica feldspática infiltrada com um copolímero (uretano dimetacrilato e dimetacrilato de trietilenoglicol)⁹.

Como alternativa ao uso de dissilicato de lítio em áreas de alta carga, como coroas de molares e pilares de implantes, foi introduzida no mercado uma cerâmica vítrea a base de silicato de lítio reforçado com zircônia. Neste produto, uma maior incorporação de dióxido de zircônia (12%), com o objetivo de aumentar sua resistência mecânica à fratura e ao desgaste, restringe o crescimento dos cristais, aumentando a viscosidade do vidro. Por outro lado, o tamanho reduzido de cristais, em comparação com o dissilicato, é responsável pelo aumento na translucidez do material^{9,10}.

Independente do material utilizado, para que uma restauração dentária seja considerada de sucesso, quatro propriedades distintas são necessárias: adaptação marginal, biocompatibilidade, estética e resistência mecânica. É desejável também que uma restauração apresente margens íntegras, um parâmetro essencial e que pode comprometer o ajuste marginal e a longevidade de uma restauração⁷. Entre outros fatores, a integridade marginal de restaurações impede a dissolução do agente de cimentação e a ocorrência de microinfiltrações marginais. Microinfiltração pode levar a ocorrência de lesões de cárie recorrente, irritação e inflamação do tecido pulpar, o que pode predispor a tratamento endodôntico. Além disso, a ausência de integridade marginal de coroas unitárias também pode afetar a saúde do periodonto e predispor a concentração de estresse em determinadas regiões, impactando negativamente na qualidade da restauração¹¹.

Falhas marginais também podem estar associadas com o desenho e espessura das margens da coroa, que por sua vez, são dependentes do término de preparo utilizado. O término do preparo é o elo mais importante e também um dos mais sensíveis no sucesso de restaurações cerâmicas, em função de sua suscetibilidade a falhas, tanto mecânicas quanto biológicas¹².

Sobre a qualidade marginal de restaurações obtidas pela técnica CAD/CAM, a literatura permanece inconclusiva. Uma revisão sistemática recente⁵ concluiu que embora a maioria dos estudos demonstrem superioridade da técnica de prensagem a quente sobre a técnica CAD/CAM ou similaridade de ambas em termos de precisão

marginal, esta propriedade parece ser mais dependente do tipo de material utilizado. Além disso, a maioria dos estudos revisados apresentam resultados de condições marginais aceitáveis para coroas obtidas via CAD/CAM.

Considerando a ampla gama de materiais restauradores disponíveis, a importância da avaliação de integridade marginal para a longevidade dos tratamentos restauradores indiretos e as diferentes técnicas de preparo dental que são estudadas e aplicadas, observa-se que há uma escassez de estudos que analisem a influência da associação destes fatores durante a confecção de restaurações indiretas e surge o questionamento sobre quais materiais e/ou términos de preparo conferem melhor qualidade marginal de coroas unitárias.

Desta forma, é pertinente a avaliação da integridade marginal de restaurações obtidas pelo sistema CAD/CAM confeccionadas com diferentes materiais e a partir de preparos dentais com diferentes términos marginais.

2 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve como objetivo avaliar a integridade marginal de coroas unitárias obtidas via CAD/CAM confeccionadas em diferentes materiais a partir de preparo com terminos marginais diferentes.

Foram testadas as seguintes hipóteses nulas:

- (1) O material restaurador utilizado não tem efeito sobre a integridade de borda de coroas unitárias;
- (2) A integridade de borda de coroas cerâmicas unitárias não é afetada pelo tipo de término do preparo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A integridade de borda de uma restauração cerâmica está diretamente associada com outras propriedades do tratamento restaurador. Entre eles, a adaptação marginal⁵. A adaptação marginal talvez seja o maior desafio a ser vencido pela odontologia, principalmente na técnica restauradora indireta. Isto porque vários estágios da técnica restauradora podem contribuir para a ocorrência de uma fenda marginal indesejável, que são as maiores causas de insucesso nestes tratamentos⁹.

Considerando isto, para uma melhor compreensão, a revisão de literatura apresentada a seguir, em ordem cronológica de publicação, se propõe a apresentar o estado da arte sobre estas duas características desejáveis na obtenção de restaurações totalmente cerâmicas – adaptação marginal e integridade marginal.

3.1 Integridade Marginal

Federlin et al.¹³ avaliaram, através de um estudo in vitro, os efeitos de diferentes tipos de preparo e agentes de cimentação sobre a integridade de borda de coroas cerâmicas. Cento e quarenta e quatro molares extraídos receberam os seguintes preparos: 1) cobertura de cúspides funcionais, 2) redução horizontal de cúspides e 3) redução completa das cúspides funcionais. As coroas cerâmicas (Vita Mark II, Sistema Cerec 3) foram cimentadas com A) cimento resinoso de cura dual (Variolink II, Vivadent), B) cimento resinoso autocondicionante de cura dural (Panavia, Kuraray) e C) cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus, GC). As coroas foram submetidas a termociclagem e carga mecânica. A adaptação marginal das coroas foi mensurada utilizando análise quantitativa da margem em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Diferenças significativas foram observadas entre os tipos de preparo. Coroas preparadas com cobertura de cúspides funcionais e cimentadas com Variolink apresentou uma tendência para menor integridade marginal. Em conclusão, os dados deste estudo indicam que a escolha do material de cimentação tem efeito mais significativo que o tipo de preparo sobre a integridade marginal da restauração.

Krifka et al.¹⁴ realizaram um estudo in vitro onde testaram os efeitos das diferentes espessuras das paredes das cúspides remanescentes na integridade marginal e formação de trinca de esmalte de inlays e coroas cerâmicas. Para isto, cúspides funcionais dos preparos foram ajustadas para uma espessura de 2,5 mm e

as cúspides não funcionais foram ajustadas para espessuras de parede de 1) 1,0 mm e 2) 2,0 mm. Restaurações cerâmicas (Vita Mark II, Sistema Cerec) foram fabricadas e cimentadas com cimento resinoso de cura dual (Variolink II, Ivoclar Vivadent). Os espécimes foram expostos a termociclagem e carga mecânica central (TCML: 5000 x 5-55 °C; 30 segundos/ciclo; 500000 x 72,5 N, 1,6 Hz). Integridade marginal foi avaliada a partir de penetração de corante (fucsina) em múltiplos momentos da TCML, e utilizando análise quantitativa da margem a partir de microscopia eletrônica de varredura (MEV) antes e depois do TCML. Em geral, a espessura da parede da cúspide, a interface, o desenho da cavidade e o TCML não tiveram influência estatisticamente significativa na integridade marginal das coroas.

Giannetopoulos et al.⁷ investigaram em um estudo in vitro a integridade marginal de copings cerâmicos confeccionados com CEREC 3 e Sistema EVEREST utilizando diferentes terminos do preparo. Três preparos foram realizados, com terminos cervicais diferentes, nomeados em bisel a 0° (ou ombro em 90°), bisel em 30° e bisel em 60°. Dez restaurações foram produzidos para cada tipo de término do preparo e sistema CAD/CAM, respectivamente. Os copings foram fresados a partir de blocos cerâmicos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD). A análise quantitativa das margens de cada coping foi realizada utilizando fotografia digital e software de análise de imagem. A integridade marginal das restaurações foi avaliada detectando e medindo quaisquer sinais de fratura marginal e o Fator Chipping (CF) foi calculado. A análise estatística foi realizada por meio de Análise de Variância e Teste de Tukey. A média do CF dos copings da CEREC foi 2,8% para bisel em 0°, 3,5% para bisel em 30° e 10% para bisel em 60°. Para os copings EVEREST o CF médio foi 0,6% para bisel em 0°, 3,2% para bisel em 30° e 2,0% para bisel em 60°. A análise de variância e as comparações múltiplas mostraram que houve uma diferença estatisticamente significativa na integridade marginal entre os dois sistemas para o término em bisel em 0° e 60°. Este estudo permitiu concluir que diferentes sistemas CAD/CAM produzem restaurações com diferentes valores de integridade marginal, embora isto seja dependente do tipo de preparo, tendo sido aparente apenas para o término em bisel de 60°.

Frankenberger et al.¹⁵ avaliaram, em um estudo in vitro, os efeitos de diferentes restaurações provisórias e técnicas de cimentação sobre a integridade marginal de inlays cerâmicas confeccionadas em laboratório ou consultório. Cento e vinte terceiros molares extraídos receberam preparos méso-ocluso-distal (MOD) de modo que a

caixa proximal mesial tinha término 1 a 2mm acima da junção cimento-esmalte e, a caixa proximal distal, 1 a 2mm abaixo, no cimento. 64 inlays de Cerec e 56 inlays de IPS Empress foram confeccionadas a partir das seguintes interações: fabricado em consultório (CS) sem restauração provisória (TR), fabricada em laboratório (LS), TR de Luxatemp (L) cimentada com TempBond NE ou sem cimentação provisória (SI). Técnica de cimentação: SV = Syntac + Variolink ou RX = RelyX Unicem. Foram formados, então, os seguintes grupos: a) Inlays de Cerec: 1) CS – SV, 2) CS – SV – Heliobond fotoativado separadamente, 3) CS – RX, 4) LS – L – SV, 5) LS – L – RX, 6) LS – SI – SV, 7) LS – SI – RX, 8) LS – SI – RX após condicionamento seletivo de esmalte; b) Inlays de Empress: 9) L – SV, 10) L – SV – Heliobond fotoativado separadamente, 11) L – RX, 12) SI – SV, 13) SI - SV – Heliobond fotoativado separadamente, 14) SI – RX e 15) SI - RX após condicionamento seletivo de esmalte. Microscopia eletrônica de varredura (200x) foi utilizada para avaliação da integridade marginal antes e depois do carregamento termomecânico (1000 x 50 N + 25 ciclos térmicos entre 5 e 55 graus). O tempo de carregamento das restaurações provisórias afetou negativamente a integridade marginal ($p < 0,05$). Syntac + Variolink proporcionou melhor integridade marginal do que o RelyX Unicem em todos os grupos ($p < 0,05$). O uso de cimento provisório afetou negativamente a integridade marginal em dentina quando RelyX Unicem foi utilizado ($p < 0,05$). Foi possível concluir que o sistema Variolink é nitidamente superior ao RelyX, o condicionamento seletivo de esmalte tem efeito positivo sobre a integridade marginal quando o sistema RelyX foi utilizado e a integridade marginal das inlays cerâmicas não afetam a qualidade marginal.

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes ciclos de queima e termos do preparo sobre a integridade de borda, Cho et al.¹⁶ realizaram um estudo in vitro onde foram utilizadas quarenta coroas cerâmicas. As coroas, obtidas a partir de matriz de resina epóxi, foram fabricadas a partir de dois sistemas (IPS Empress Esthetic e IPS e.max Press) com dois termos de preparo (ombro e chanfro), formando 4 grupos ($n=10$). As medidas foram feitas logo após a prensagem e após 5 etapas de queima: 1) queima de cristalização, 2) primeira queima oclusal, 3) segunda queima oclusal, 4) glazeamento, e 5) queima após procedimentos corretivos. Alterações na integridade marginal foram mensuradas com microscópio óptico (200x) em 4 superfícies (vestibular, lingual, mesial e distal) e os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância. Não foram observadas alterações significativas na integridade marginal

relacionadas ao tipo de material, término do preparo e suas interações. Em relação às etapas de queima, foi observado que o glazeamento alterou negativamente os valores médios de integridade marginal em comparação aos demais protocolos de queima ($p < 0,001$). A partir dos resultados deste estudo, foi possível concluir que o tipo de material cerâmico e término do preparo não tem efeito sobre a integridade marginal das coroas. O protocolo de glazeamento reduziu o ajuste marginal, enquanto com os demais protocolos de queima foram observados aumentos nos valores médios.

Roggendorf et al.¹⁷ avaliaram o desempenho clínico de restaurações totalmente cerâmicas em um acompanhamento de 7 anos. Neste estudo, foram realizadas 78 coroas unitárias de cerâmica feldspática (CEREC), confeccionadas pela técnica CAD/CAM, em dentes com ampla destruição coronária. No acompanhamento de 7 anos, 59 dentes de 25 pacientes foram avaliados conforme os critérios modificados do USPHS (*United States Public Health Service*) quanto às propriedades estéticas e funcionais destas restaurações. Uma das restaurações que havia apresentado falha foi devido a fratura marginal, 4 anos após a cimentação da coroa. Entretanto, das coroas avaliadas, a maioria absoluta (86,9%) apresentavam boas propriedades estéticas e funcionais, sendo que 96,4% apresentavam integridade marginal da restauração. Os resultados do presente estudo embasam que o uso da técnica CAD/CAM permite a obtenção de resultados clínicos satisfatórios, inclusive com dados sobre longevidade clínica a longo prazo.

Awada et al.⁹ avaliaram comparativamente a integridade de borda de materiais CAD/CAM cerâmicos e à base de polímeros. Foram estudados os materiais Lava Ultimate Restorative (3M ESPE), Enamic (Vita Zahnfabrik), Cerasmart (GC Dental Products), IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent AG), Vitablocs Mark II (Vita Zahnfabrik) e Paradigm MZ100 Block (3M ESPE). 42 coroas monolíticas (7 por material) foram confeccionadas a partir de blocos CAD/CAM de cada material. A borda marginal foi avaliada quali-quantitativamente por macrofotografia e microscopia óptica. Os resultados foram analisados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Os resultados de ANOVA indicaram que o tipo de material tem efeito sobre a rugosidade da borda marginal ($p < 0,001$). Os resultados do teste de Tukey demonstraram que para a rugosidade marginal, as médias para Cerasmart, Lava Ultimate, Paradigm e Enamic não foram significativamente diferentes ($p = 0,408$). As médias de rugosidade marginal para Vitablocs e IPS Empress CAD foram diferentes entre si e diferentes dos demais grupos ($p < 0,001$). Conclui-se com os dados deste estudo que materiais a base de

polímeros parecem fornecer uma integridade de borda com maior lisura em comparação aos materiais cerâmicos.

Ilgenstein et al.¹⁸ investigaram, em um estudo in vitro, a influência da elevação da caixa proximal com resina composta sobre a integridade marginal de restaurações CAD/CAM. Quarenta e oito molares mandibulares foram preparados com cavidades mésio-ocluso-distais (MOD), com a cavidade distal localizada 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte (JCE). Os dentes foram aleatoriamente atribuídos a um dos quatro grupos (n=12): em G1 e G2 a cavidade distal foi elevada até a JCE com resina composta (Tetric EvoCeram) e G3 e G4 permaneceram com o término da cavidade distal abaixo da JCE. As onlays de G1 e G3 foram fabricadas a partir de blocos de cerâmica feldspática (Vita Mark II), e em G2 e G4, de compósito resinoso (Lava Ultimate). Réplicas foram obtidas antes e depois do carregamento termomecânico (TML 1.2 milhão de ciclos a 49 N; 3.000 ciclos térmicos entre 50 °C e 5 °C). Qualidade marginal antes e depois do TML foi mensurada por microscopia eletrônica de varredura (200x). Os dados foram analisados com Análise de Variância e Teste de Tukey. Após o TML, menores porcentagens de margens íntegras foram observadas nos grupos G1-G3 em relação a antes de TML, no entanto, as diferenças não foram estatisticamente significativas ($p>0,05$). Para o grupo G4, a qualidade marginal após o TML foi significativamente melhor que os outros grupos ($p<0,001$). Conclui-se, portanto, que a elevação da parede proximal com resina não teve impacto sobre a integridade marginal de onlays cerâmicas feldspáticas e estas apresentam melhor qualidade marginal que onlays de resina.

Kelvin-Khng et al.¹⁹ avaliaram comparativamente a integridade marginal de coroas provisórias CAD/CAM e coroas provisórias convencionais de polimetilmetacrilato (PMMA). Um segundo pré-molar mandibular esquerdo foi preparado e escaneado para a obtenção de 60 réplicas de resina epóxi. Metade das réplicas foram escaneadas para obtenção de 15 coroas Telio CAD-CEREC e 15 coroas de Paradigm MZ100-E4D. Quinze coroas provisórias de Caulk e 15 coroas de Jet, duas resinas acrílicas autopolimerizáveis, foram feitas nos moldes restantes de resina. Todas as coroas foram cimentadas com cimento provisório a base de óxido de zinco (Tempgrip, Dentsply) sob uma carga de 17.8 N, submetidas a termociclagem (1.000 ciclos), armazenadas em solução de fucsina a 0.5% por 24 horas e seccionadas no sentido vestibulo-lingual. A discrepância marginal foi mensurada com um microscópio de luz polarizada (Olympus BX50; Olympus Optical) em ampliação de

4x e as imagens foram coletadas usando o software Image Pro Plus. Análise de Variância, Teste de Tukey e Teste T pareado foram aplicados para análise dos dados. A discrepância marginal vertical média das coroas provisórias convencionais foi maior do que para as coroas CAD/CAM ($p = 0,006$), embora nenhuma diferença tenha sido observada para o componente horizontal ($p = 0,276$). A discrepância marginal vertical média na superfície vestibular de coroas Caulk foi significativamente maior que nos outros 3 tipos de coroas provisórias ($p < 0,001$). O percentual médio de penetração de corante para as coroas Paradigm MZ100-E4D foi significativamente maior e para coroas Jet significativamente menor do que para as outras 3 coroas ($p < 0,001$). A partir deste estudo, conclui-se que coroas provisórias CAD/CAM apresentam melhor integridade marginal que coroas provisórias de PMMA, embora não haja diferença quando avaliadas as discrepâncias marginais no componente horizontal.

Muller et al.²⁰ avaliaram in vitro a qualidade marginal de inlays (Lava Ultimate) em cavidades proximais profundas com e sem elevação da cavidade proximal (CP), antes e depois de ciclagem termomecânica (CT). Cavidades mesio-ocluso-distais (MOD) com cavidades proximais ao nível da junção cimento-esmalte (JCE) foram preparadas em 24 molares humanos. Em seguida, uma das cavidades proximais foi elevada com resina composta (Filtek Supreme) 2 mm acima da JCE. Os espécimes foram divididos em três grupos ($n = 8$). As inlays do grupo A foram cimentadas com Scotchbond Universal e RelyX Ultimate, as do grupo B com Monobond Plus, Syntac e Variolink II, e as do grupo C com Clearfil Ceramic Primer e Panavia SA Cement. Réplicas de resina epóxi foram obtidas antes e após a ciclagem termomecânica (1.200.000 ciclos, $55^{\circ}\text{C}/5^{\circ}\text{C}$, carga máx. 50 N). Integridade marginal nas diferentes interfaces dente/CP, dente/dentina, inlay/CP, inlay/dentina foi avaliada com microscopia eletrônica de varredura (ampliação de 200x). A porcentagem de margem contínua (% do comprimento da margem proximal total) foi comparada entre os grupos antes e após TML. Teste U de Mann-Whitney foi usado para análise dos dados. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na integridade marginal da inlays em relação a dentina ou CP em resina dos 3 grupos avaliados antes e depois de CT. Com base nestes resultados, conclui-se que a elevação de caixa proximal em resina em cavidades profundas pode ser uma técnica promissora para garantir a integridade marginal de restaurações cerâmicas.

Yildirim et al.²¹ avaliaram a integridade marginal e adaptação interna de coroas CAD/CAM de materiais nanocerâmicos e híbridos. Para isto, quarenta e oito coroas

foram preparadas, de quatro materiais: três cerâmicas infiltradas por polímeros (Vita Enamic, Lava Ultimate e Vita Suprinity) comparadas com cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD). As propriedades das coroas foram avaliadas com microtomografia computadorizada, com 160 mensurações realizadas por cada coroa. A adaptação marginal da discrepância marginal (MD), discrepância marginal absoluta (AMD), adaptação da área do ombro (SA), espaço axial (AS) e espaço oclusal (OS) foram comparados a partir dos métodos de análise estatística, com nível de significância de 5%. As coroas de dissilicato de lítio apresentaram valores maiores de MD, AMD, SA, AS e OS do que os outros materiais ($p < 0,001$). Os valores de adaptação do Vita Suprinity foram significativamente menores que os de IPS ($p < 0,05$). Os valores de adaptação de Lava Ultimate e Vita Enamic foram significativamente inferiores aos dos outros ($p < 0,001$), mas foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$). As coroas de IPS apresentaram o maior espaço de linha de cimentação ($p < 0,001$). A partir destes resultados observados, conclui-se que os valores de integridade marginal e adaptação interna de todos os materiais testados estavam dentro dos limites clinicamente aceitáveis.

Papadiochou e Pissiotis⁵ realizaram uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de avaliar se a adaptação marginal e integridade de borda de coroas unitárias cerâmicas é dependente da técnica de fabricação e/ou material utilizado. Foi conduzida uma busca na literatura eletrônica, com limitação para artigos publicados na íntegra, entre 2000 e 2016, exclusivamente na língua inglesa, que resultou em 55 artigos incluídos. Foi observado que a maioria das restaurações obtidas via CAD/CAM apresentavam adaptação marginal clinicamente aceitável. O desempenho da integridade marginal de coroas CAD/CAM é dependente do material utilizado. Uma análise comparativa de coroas de dissilicato de lítio obtidas por CAD/CAM e por prensagem à quente mostrou que, nesta técnica, os valores de discrepância marginal observados eram maiores ou iguais. Entretanto, em relação à integridade de borda, esta revisão não foi conclusiva sobre a superioridade da técnica CAD/CAM em relação à técnica de fundição.

Scioscia et al.²² conduziram um estudo in vitro com o objetivo de avaliar a integridade marginal de coroas de zircônia. Setenta e dois molares humanos foram aleatoriamente divididos para receberem tratamento endodôntico ou não, e novamente aleatorizados para receberem coroas de zircônia monolíticas ou bilaminadas. Integridade marginal das coroas foi mensurada, através de Microscopia

Eletrônica de Varredura, antes e após serem submetidas a ciclagem termomecânica e a porcentagem de margens íntegras após a ciclagem foi calculada. Foi observado uma redução de 40% de integridade marginal em coroas monolíticas e de 24% em coroas bilaminadas, permitindo concluir que coroas bilaminadas de zircônia apresentam melhor integridade marginal.

Rocca et al.²³ conduziram um estudo in vitro para análise de algumas propriedades mecânicas e limite de fadiga de coroas do tipo endocrown em pré-molares. Para isto, quarenta e oito pré-molares desvitalizados foram seccionados no limite da junção cimento-esmalte (JCE). Estes dentes receberam restaurações de cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar-Vivadent) e divididos em quatro grupos (n = 12): overlays (Grupo A, sem endocrown, controle negativo), endocrowns de 2 mm (Grupo B), 4 mm (Grupo C) e coroas sob núcleo de preenchimento com pino (Grupo D, controle positivo). Todas as amostras foram primeiro submetidas a carga cíclica termomecânica (TCML) (1,7 Hz, 49 N, 600000 ciclos, 1500 ciclos térmicos). Avaliações da integridade marginal foram realizadas antes e depois de TCML. Nenhuma diferença nas porcentagens de margens íntegras foi encontrada entre endocrowns (Grupos B e C) e coroas (Grupo D). Estes resultados suportam que a confecção de endocrowns garante integridade marginal semelhante à confecção de coroas convencionais.

Haddadi et al.²⁴ realizaram um estudo clínico randomizado, de boca dividida, para avaliação da integridade marginal e interna de coroas obtidas por diferentes métodos de impressão. Dezenove pacientes, com idades entre 42 e 61 anos, que necessitavam de coroas com cobertura total de cúspides, receberam duas coroas de dissilicato de lítio: uma confeccionada a partir de impressão convencional (CI) – moldagem com silicone de polivinil-siloxano ou escaneamento intraoral (IOS) – scanner intraoral Trios 3 (3 Shape, Dinamarca). Na consulta destinada à cimentação das coroas, réplicas a partir de silicone foram obtidas e as coroas foram cimentadas com uso de cimento resinoso. As réplicas foram seccionadas, para permitir as mensurações com câmera digital (ampliação de 40x) em cinco locais: gap marginal, ângulo interno, parede axial, ponta de cúspide e oclusal. Os participantes foram convocados para consultas de acompanhamento após 6 e 12 meses, onde a qualidade das restaurações foi determinada conforme os critérios da California Dental Association (CDA). Testes de Wilcoxon, McNemar e Fisher foram aplicados para análise dos resultados. Na margem do preparo, o intervalo mediano foi de 60 µm para

IOS e 78 µm para IC ($p < 0,05$). Para os outros pontos, a diferença mediana variou de 91 a 159 µm para IOS e 109 a 181 µm para CI. A precisão do IOS foi estatisticamente significativamente melhor em todos os pontos, exceto na ponta de cúspide. A integridade marginal não mostrou diferença significativa entre os dois métodos de impressão nos exames de 6 e 12 meses. Os resultados deste estudo indicam que coroas de dissilicato de lítio obtidas a partir de escaneamento digital mostram melhor integridade marginal e adaptação interna em todos os pontos, exceto na ponta de cúspide. Contudo, a avaliação clínica mostrou adaptação marginal semelhante.

3.2 Adaptação Marginal

Al-Makramani et al.²⁵ realizaram um estudo in vitro com o objetivo de avaliar a adaptação marginal de coroas cerâmicas. O efeito do tipo de término do preparo (chanfro ou ombro) também foi avaliado neste estudo. Foram utilizados quarenta pré-molares superiores hígidos. Trinta dentes receberam preparos com término em chanfro e foram restaurados com um dos seguintes materiais ($n=10$): Turkom-Cera, In Ceram e Procera AllCeram. Outros 10 dentes, a serem restaurados com Turkom-Cera receberam preparo com término em ombro, para que o efeito do tipo de término do preparo fosse avaliado. Copings cerâmicos com 0,6 mm de espessura foram fabricados para cada grupo seguindo as instruções do fabricante. Os copings foram adaptados em abutments sem cimentação usando um dispositivo de fixação que facilitou o carregamento uniforme ($10\text{N}/\text{cm}^2$) e adaptação marginal foi avaliada usando um estereomicroscópio. Os dados obtidos foram analisados usando análise de variância, teste post hoc de Tukey e teste t de amostras independentes. ANOVA e teste de Tukey mostraram que os gaps marginais dos três sistemas totalmente cerâmicos diferiam uns dos outros significativamente ($p < 0,05$). Os sistemas In-Ceram e Procera apresentaram os maiores e menores valores médios de gap marginal, respectivamente. Não foi observada diferença significativa para o tipo de término de preparo utilizado nas coroas de Turkom-Cera ($p=0.323$). Os resultados deste estudo mostraram que a precisão do ajuste alcançado pelos três sistemas cerâmicos, embora diferentes entre si, estavam dentro do valor clinicamente aceitável.

Anadioti et al.²⁶ conduziram um estudo in vitro para avaliar o efeito do tipo de impressão – digital ou convencional, sobre a adaptação marginal de coroas cerâmicas. Um único dente preparado foi utilizado para obtenção de 30 impressões convencionais, de polivinil-siloxano, e 30 impressões digitais, para obtenção de

modelos. Trinta coroas foram obtidas a partir da técnica de prensagem a quente, em dissilicato de lítio (IPS e.max Press) e outras trinta foram fresadas a partir de blocos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD). As coroas obtidas foram seccionadas transversalmente, sentidos vestibulo-lingual e posteriormente mesiodistal, e a distância entre a superfície marginal da coroa e das impressões foram mensuradas em seis pontos da coroa para facilitar a análise do ajuste interno. Análise de variância e teste de Tukey foram aplicados para análise dos dados, com nível de significância de 5%. Foi observado que o gap interno das coroas prensadas sobre preparos escaneados ($0,211 \text{ mm} \pm 0,041$) foi significativamente superior aos demais grupos ($p < 0,001$). O gap interno médio observado nos demais grupos foi: impressão convencional + coroa prensada ($0,111 \text{ mm} \pm 0,047$), impressão convencional + coroa fresada ($0,116 \text{ mm} \pm 0,02$) e impressão digital + coroa fresada ($0,145 \text{ mm} \pm 0,024$), que não foram diferentes entre si ($p > 0,05$). Este estudo permitiu concluir que a combinação da impressão digital e coroa prensada produziu as maiores lacunas internas, que podem afetar negativamente a resistência a fratura e longevidade clínica de restaurações cerâmicas.

Akin et al.²⁷ realizaram estudo clínico com o objetivo de avaliarem a adaptação marginal e interna de coroas confeccionadas por um sistema CAD/CAM e por um sistema de calor e pressão (HP). Foram confeccionadas 15 coroas em CAD/CAM e 15 coroas pelo sistema HP em 15 pacientes. Previamente à cimentação, todas as coroas foram avaliadas através da técnica da réplica de silicone, e avaliadas clinicamente imediatamente após a cimentação e em períodos de acompanhamento de 6, 12 e 24 meses. A adaptação marginal média observada foi de $132,2\mu\text{m}$ (CAD/CAM) e $130,2\mu\text{m}$ (HP), enquanto a adaptação interna média foi de $220,3\mu\text{m}$ (CAD/CAM) e $210,5\mu\text{m}$ (HP). Não houve diferenças estatísticas em nenhuma das médias comparadas. Nas avaliações clínicas verificou-se que o grupo HP apresentou maior presença de manchamento marginal. Por outro lado, o grupo CAD/CAM apresentou pior adaptação marginal, em um período de 2 anos. Os autores concluíram que não houve diferenças entre as duas técnicas em relação a adaptação marginal e interna, e em ambos os casos as coroas apresentaram desempenho clínico satisfatório em dois anos.

Azarbal et al.¹¹, em um estudo in vitro, avaliaram o ajuste marginal de copings fresados de um composto cerâmico híbrido (Vita Enamic) e cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (IPS e.max CAD). Além disso, nos copings de cerâmica de dissilicato

de lítio o efeito da queima de cristalização sobre o ajuste marginal também foi avaliado. Quinze copings de dissilicato de lítio e 15 copings cerâmicos híbridos foram fresados a partir de um projeto confeccionado (CEREC 3) e escaneado (CEREC AC Bluecam) a partir de um preparo único, com término em formato de ombro com 1mm de largura. Um microscópio (14X) foi usado para visualização direta da lacuna marginal. O software de análise de imagens foi utilizado para mensurar as diferenças marginais em μm em 15 pontos aleatoriamente selecionados em cada uma das quatro superfícies (vestibular, distal, lingual, mesial), totalizando 60 mensurações por amostra. Para os copings de dissilicato de lítio, as mensurações foram feitas antes e após a queima de cristalização. Os dados foram analisados com teste t e teste de Kruskal-Wallis. O desajuste marginal médio em copings de dissilicato de lítio cristalizado foi maior que em copings cerâmicos híbridos ($p < 0,001$). Os copings de dissilicato de lítio apresentaram uma diferença média de $62 \mu\text{m}$ após a queima de cristalização ($p < 0,001$). Este estudo permitiu concluir que copings cerâmicos híbridos apresentam melhor ajuste marginal que copings de dissilicato de lítio, e nestes o processo de queima de cristalização tem efeito negativo sobre o ajuste marginal.

Lima et al.²⁸ analisaram, em um estudo in vitro, a influência de técnicas de impressão digital direta e indireta e dois tipos de preparo sobre a adaptação marginal de onlays CAD/CAM. Dois tipos de preparos mesio-ocluso-vestibulares com redução da cúspide mesiovestibular foram realizados: preparo convencional (CP) com término em ombro modificado e margem de 1,2 mm e preparo modificado (MP), com redução da cúspide plana sem ombro. Modelos virtuais foram gerados a partir de cada preparo usando um scanner digital (BlueCam, Dentsply Sirona) dos dentes preparados (digitalização digital direta) ou dos modelos de gesso (digitalização digital indireta). Onlays foram projetadas usando um sistema CAD-CAM (CEREC 4.0, Dentsply Sirona), e blocos de resina nanocerâmica (Lava Ultimate Restorative, 3M ESPE) foram fresados usando a fresadora CEREC MCX. A discrepância marginal foi avaliada usando um estereomicroscópio óptico com aumento de 25X em 18 locais distribuídos ao longo das margens do preparo. Os dados foram analisados usando Análise de Variância e teste de Tukey. Coroas obtidas a partir de CP apresentaram uma adaptação marginal média menor estatisticamente significativa ($59 \pm 50 \mu\text{m}$) do que o MP ($69 \pm 58 \mu\text{m}$) ($p < 0,001$). O teste de Tukey demonstrou a presença de uma discrepância marginal significativamente maior nas localizações mesial e lingual de MP quando comparado com CP. Sobre as técnicas de digitalização, a superfície

lingual apresentou a menor discrepância marginal média em restaurações fabricadas com impressão indireta quando comparadas com impressão direta ($42 \pm 33 \mu\text{m}$ e $60 \pm 39 \mu\text{m}$) ($p < 0,001$). Conclui-se, portanto, que o preparo convencional com um término em ombro modificado apresentou melhor adaptação marginal em comparação com o preparo modificado com redução cuspídea. Técnicas de impressão digital direta e indireta produziram restaurações com adaptação marginal dentro dos limites clinicamente aceitáveis.

Dolev et al.²⁹ realizaram um estudo in vitro com o objetivo de avaliar o efeito da técnica de fabricação (prensagem a quente ou fresagem CAD/CAM) sobre o ajuste marginal de coroas de dissilicato de lítio. Trinta primeiros molares direitos maxilares pré-fabricados foram divididos em dois grupos: 15 dentes foram escaneados (CEREC Omnicam) e as coroas foram fabricadas a partir de blocos IPS e.max CAD com a unidade fresadora de mesa MC XL – CEREC, os outros 15 dentes foram enviados a um laboratório de prótese dentária e as coroas foram obtidas a partir de lingotes de IPS e.max Press para técnica de prensagem a quente. As 30 coroas foram cimentadas e depois seccionadas com cortadora de precisão. Os desajustes marginais (MD) e marginais absolutos (AMD) foram medidos para cada coroa com um microscópio óptico. Análise de Variância foi aplicada para análise dos dados. Para as coroas obtidas pela técnica CAD-CAM, os valores médios das medidas de AMD foram $115 \mu\text{m}$, e para a técnica de prensagem a quente, $130 \mu\text{m}$. As medições MD foram $87 \mu\text{m}$ para a técnica CAD-CAM e $90 \mu\text{m}$ para a técnica de prensagem a quente. Não foram observadas diferenças significativas entre os métodos de fabricação em relação ao ajuste marginal ($p > 0,05$). Conclui-se que, independente da técnica de fabricação, coroas de dissilicato de lítio apresentam valores médios de ajuste marginal inferiores a $120 \mu\text{m}$, dentro do limite clinicamente aceitável.

4 MATERIAL E MÉTODO

Foi realizado um estudo experimental laboratorial *in vitro*, para análise das seguintes variáveis:

Variável dependente: Integridade marginal, mensurada por microscopia de varredura confocal a laser.

Variáveis independentes: 1) material restaurador, em quatro níveis: cerâmica vítrea a base de dissilicato de lítio, composto híbrido a base de cerâmica feldspática reforçada com polímeros, cerâmica de silicato de lítio reforçada com zircônia e compósito vítreo nanohíbrido; e 2) término do preparo, em quatro níveis: chanfro, chanfro raso, chanfro profundo e ombro.

4.1 Material

Os materiais utilizados no presente estudo e sua composição química são detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição de materiais CAD/CAM

Material	Nome Comercial	Fabricante
Cerâmica vítrea a base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD	Ivoclar Vivadent
Composto híbrido a base de cerâmica feldspática reforçada com polímeros	Vita Enamic	VITA Zahnfabrik
Cerâmica de silicato de lítio reforçada com zircônia	Vita Suprinity	VITA Zahnfabrik
Compósito vítreo nanohíbrido	Brava Blocks	FGM

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Métodos

No presente estudo, quarenta coroas unitárias (n=10/material) foram confeccionadas. Para isto, o segundo molar superior direito de um manequim de dentes artificiais em resina acrílica foi utilizado para confecção de um preparo para coroa total, a partir do qual as restaurações foram obtidas.

O preparo realizado apresentava as seguintes configurações: paredes axiais convergentes para oclusal com 6° de expulsividade, ângulos axio-pulpar e axio-oclusal arredondados, altura de 7 mm, diâmetro de 11 mm na base do preparo e diâmetro de 7 mm na superfície oclusal do preparo.

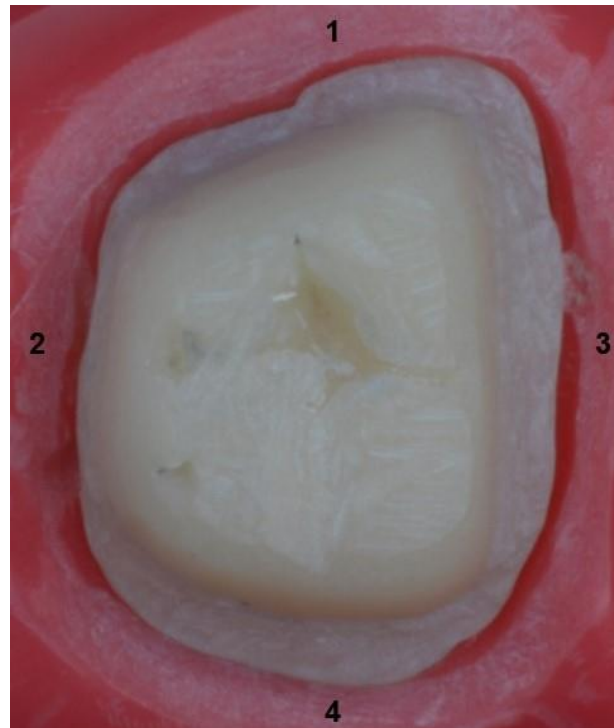
O término do preparo, conforme objetivo do estudo, foi delimitado com quatro configurações diferentes, conforme descrito no Quadro 2 e ilustrado na Figura 1.

Quadro 2 – Configurações do término do preparo cavitário

Face do preparo	Descrição	Espessura	Material utilizado
Vestibular	Chanfro	0.8 mm	Ponta diamantada FG 3098 MF
Distal	Chanfro Raso	0.4 mm	
Mesial	Chanfro Profundo	1.2 mm	
Palatina	Ombro	1.2 mm	Ponta Diamantada FG 2135

Fonte: Elaboração própria.

Figura 1 – Preparo para coroa total em segundo molar superior direito



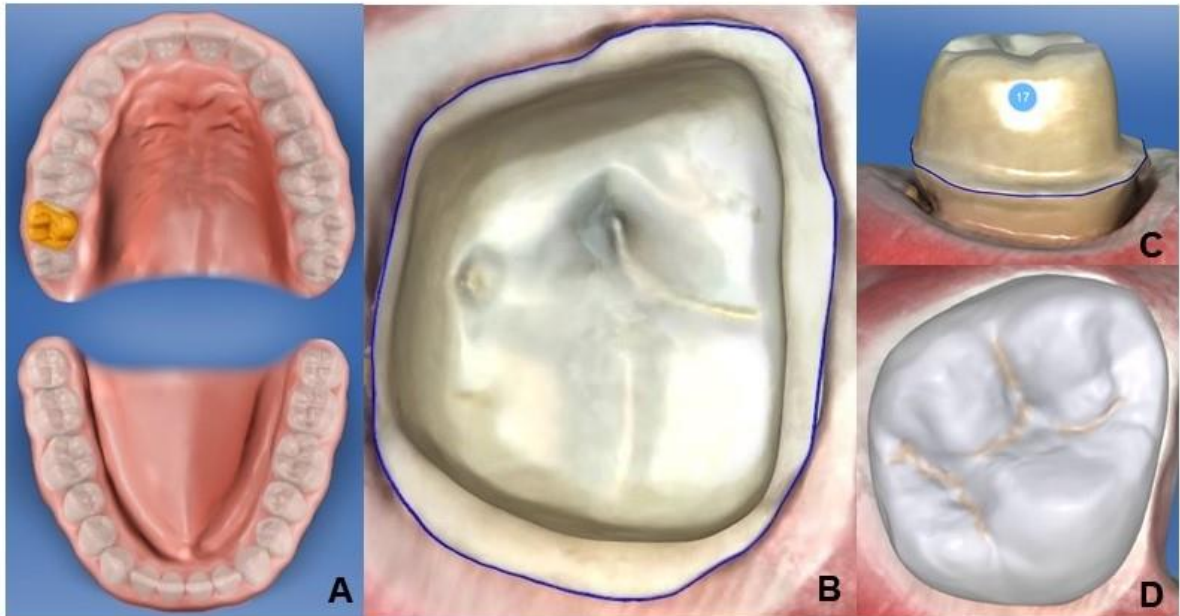
Nota: Preparo para coroa total com representação dos términos em (1) chanfro, (2) chanfro raso, (3) chanfro profundo e (4) ombro.

Fonte: Elaboração própria.

Após a obtenção do preparo para coroa total, cópia digital de toda a hemi-arcada superior foi obtida a partir de escaneamento utilizando-se um scanner intraoral (CEREC Omnicam, Dentsply Sirona). Em seguida, um projeto de restauração foi confeccionado com o uso de um software (CEREC SW 4.4, Dentsply Sirona). (Figuras 2 e 3)

Posteriormente, todas as coroas foram obtidas a partir da fresagem (Dental Milling Machine MC XL, Dentsply Sirona) de blocos para CAD/CAM dos materiais incluídos no estudo. As coroas obtidas a partir de dois materiais (IPS e.max CAD e Vita Suprinity) são levadas a forno (Programat CS2The, Ivoclar Vivadent) para queima de cristalização, conforme protocolos de queima registrados no forno que seguem as recomendações dos fabricantes dos respectivos materiais. (Figura 4)

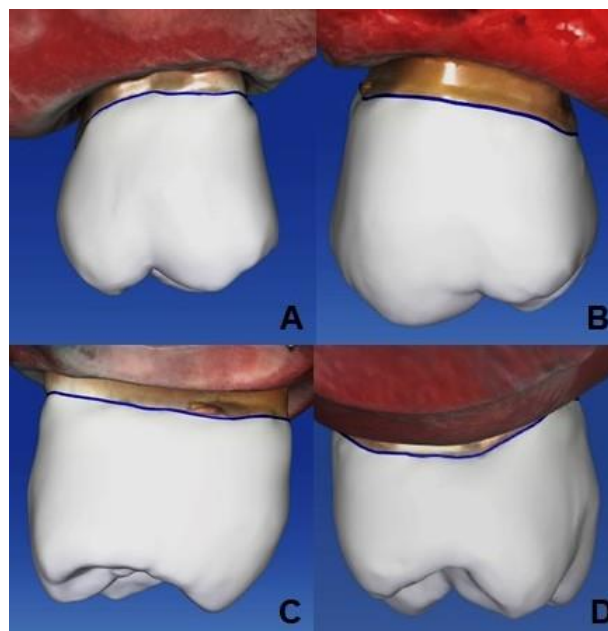
Figura 2 – Sequência de escaneamento e confecção de projeto de restauração



Nota: (A) Seleção de dente que será confeccionado a restauração; (B) imagem digital do preparo para coroa total com delimitação do término do preparo; (C) face vestibular do preparo para total; (D) superfície oclusal do projeto de restauração confeccionado sobre a imagem escaneada.

Fonte: Elaboração própria.

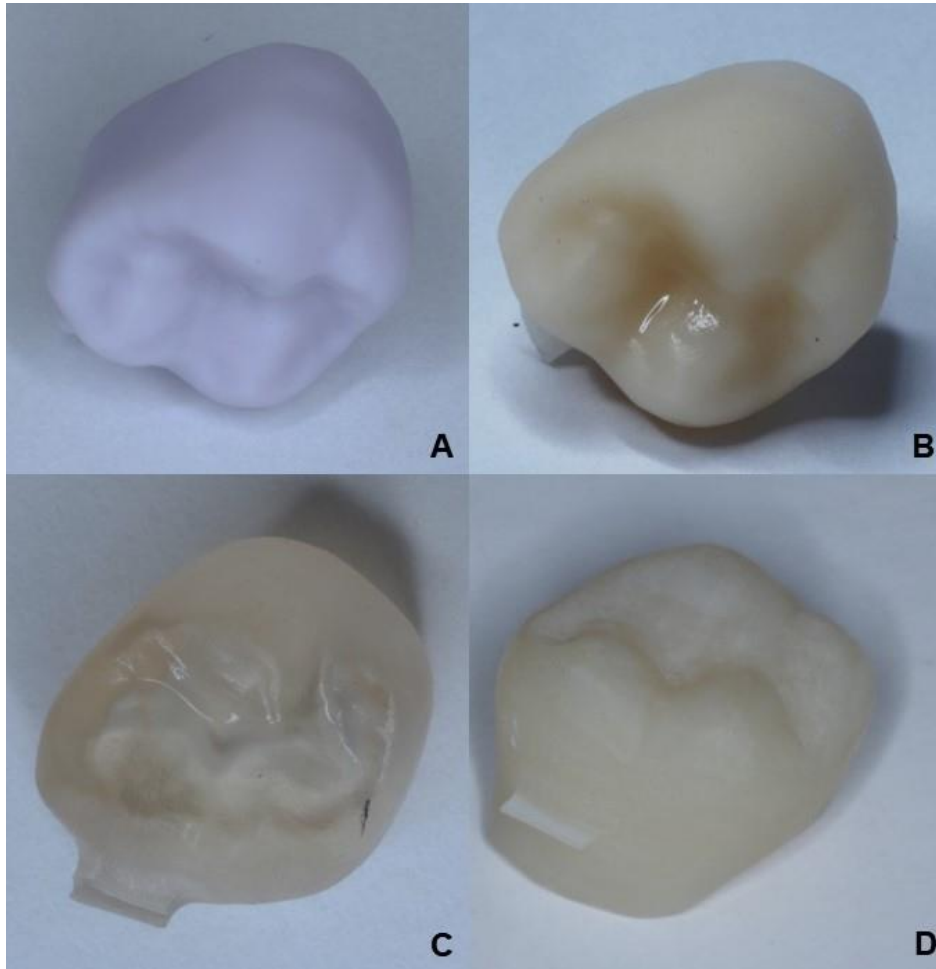
Figura 3 – Projeto de restauração confeccionado com software CAD/CAM



Nota: Superfícies (A) vestibular, (B) palatina, (C) mesial e (D) distal.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 4 – Coroas unitárias obtidas por sistema CAD/CAM



Nota: Coroas de cerâmica vítrea a base de dissilicato de lítio (A e B) e de cerâmica de silicato de lítio reforçada com zircônia (C e D) antes e após a queima de cristalização.

Fonte: Elaboração própria.

A integridade de borda das coroas foi mensurada com o uso de Microscópio de Varredura Confocal a Laser (Lext OLS 4100, 3D measuring laser microscope, Olympus). Para isto, cada coroa foi estabilizada consecutivamente sobre o munhão, o que permitiu que as leituras de todas as coroas fossem realizadas consecutivamente e seguindo os mesmos padrões. A rugosidade da margem da coroa foi mensurada digitalmente a partir da distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais baixo no campo de visão da microscopia.

As possíveis imprecisões ocasionadas pela obtenção de foco adequado ao longo de uma estrutura curva (restauração) foram contornadas pela captura de imagens de referência em múltiplas profundidades de campo e, logo em seguida,

empilhadas em foco com um software para edição de fotos (Photoshop CS5, Adobe), resultando em micrografias uniformemente afiadas.

4.3 Análise Estatística

O pressuposto de normalidade foi investigado por bloco, a partir das variáveis independentes (término do preparo X material) utilizando-se o teste Shapiro-Wilk. Este teste apontou para distribuição não-paramétrica dos dados ($p < 0,05$). Portanto, a comparação entre os blocos foi realizada com a Análise de Variância a dois fatores (ANOVA two-way) não-paramétrica. Para tanto, os dados foram ranqueados, seguindo para o teste com os postos atribuídos. Foi observado diferença estatística considerando a interação das variáveis face e material ($p < 0,05$). O pós-teste utilizado foi Games-Howell. Foi adotado o nível de significância de 5% para todas as análises.

5 RESULTADO

Os resultados são apresentados na Tabela 1 e imagens representativas das análises na Figura 5. O tipo de material utilizado teve efeito significativo sobre a integridade marginal das coroas avaliadas ($p < 0.05$). Entretanto, quando o término de preparo em chanfro foi utilizado, o efeito do tipo de material não foi significativo ($p \geq 0.73$).

Já para as coroas confeccionadas com cerâmica de silicato de lítio reforçada com zircônia, a qualidade da margem não foi afetada pelo tipo de término do preparo ($p \geq 0.258$). Não há diferença estatisticamente significativa entre a lisura superficial das margens de restaurações confeccionadas sobre preparos com termos em ombro e chanfro profundo ($p \geq 0.212$) e entre chanfro e chanfro raso ($p \geq 0.376$).

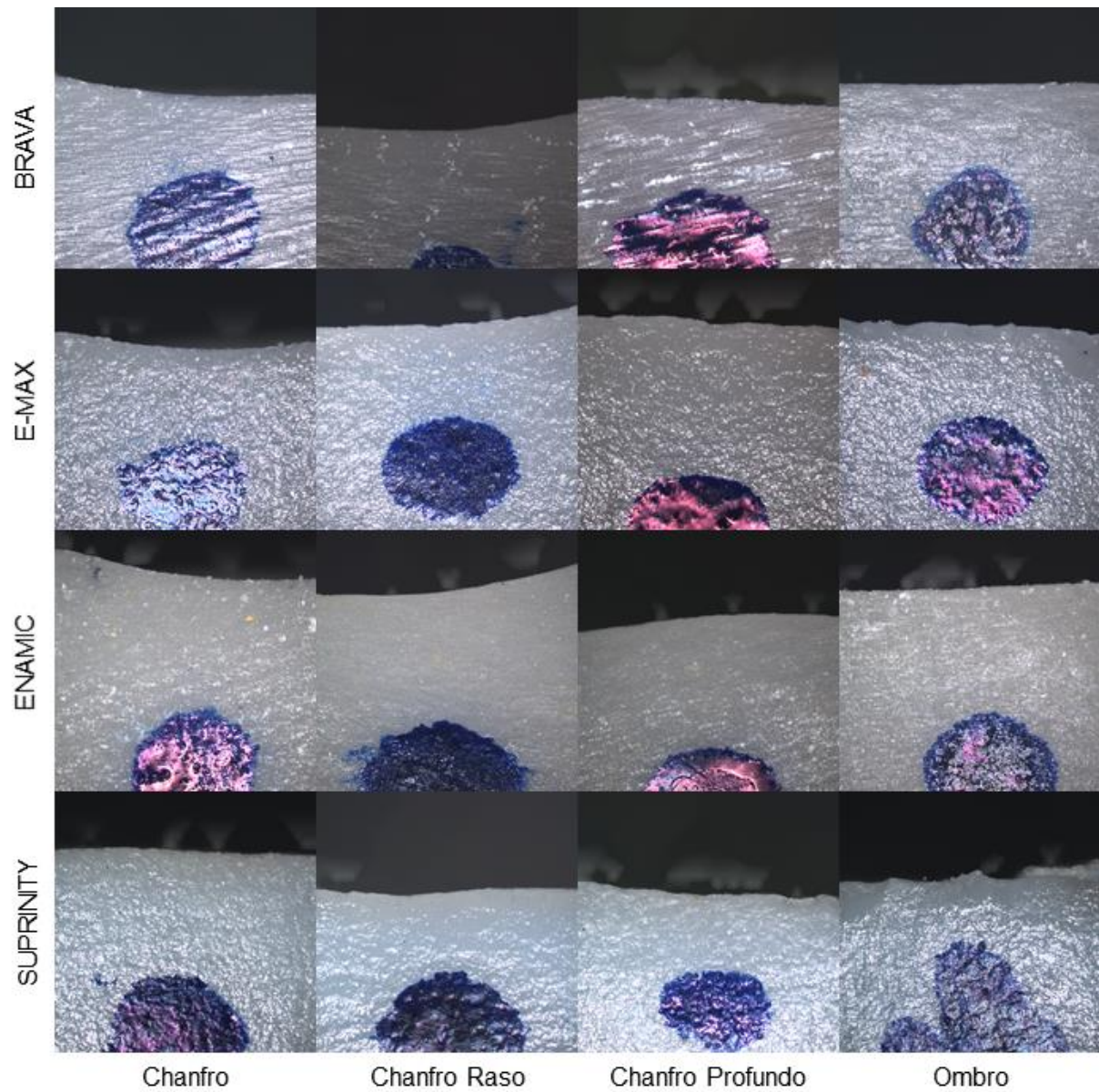
Tabela 1 – Valores de rugosidade da margem das coroas CAD/CAM (média \pm desvio padrão) por materiais e termos do preparo utilizados

Término do preparo	Material			
	Brava	Emax	Enamic	Suprinity
Chanfro	133,92 \pm 14,36 ^{Ab}	119,40 \pm 35,23 ^{Ab}	139,38 \pm 78,40 ^{Ab}	106,63 \pm 24,14 ^{Aa}
Chanfro Raso	134,83 \pm 29,00 ^{BCb}	102,59 \pm 25,43 ^{ABab}	174,85 \pm 40,40 ^{Cb}	83,19 \pm 12,78 ^{Aa}
Chanfro Profundo	119,88 \pm 65,99 ^{ABab}	68,24 \pm 14,41 ^{Aa}	68,06 \pm 17,39 ^{Aa}	108,40 \pm 24,38 ^{Ba}
Ombro	81,58 \pm 36,40 ^{ABa}	107,48 \pm 47,20 ^{ABab}	57,14 \pm 34,52 ^{Aa}	115,00 \pm 21,67 ^{Ba}

Nota: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa na mesma linha. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na mesma coluna. Pós-Teste de Games-Howell ($\alpha = 0.05$)

Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 – Imagens representativas das margens de coroas confeccionadas por sistema CAD/CAM a partir de diferentes materiais e sobre preparo com diferentes términos obtidas por Microscopia de Varredura Confocal a Laser



Fonte: Elaboração própria.

6 DISCUSSÃO

Restaurações clinicamente aceitáveis e com mínima discrepância marginal são essenciais. O propósito do presente estudo foi avaliar a associação entre diferentes materiais restauradores e términos de preparo sobre a integridade marginal de coroas obtidas pelo sistema CAD/CAM. Foi observado que os diferentes materiais, assim como os diferentes tipos de término de preparo, tiveram efeito sobre a integridade marginal das coroas avaliadas. Estes resultados nos levam a rejeitar as duas hipóteses nulas testadas.

Foi demonstrado que o material restaurador tem efeito sobre a integridade marginal de coroas unitárias, exceto para preparos com término em chanfro, onde independente do material testado, as margens analisadas apresentaram qualidade semelhante. Este resultado vai de encontro aos observados por Papadiochoou e Pissiotis⁵, que, ao revisarem diversos estudos in vitro, concluíram que a qualidade de margem de uma restauração é dependente do material empregado.

A associação entre a qualidade de margem de uma restauração e o material restaurador utilizado é justificada pela composição do material. Cho et al.¹⁶ não observaram diferença na integridade marginal de coroas confeccionadas com diferentes materiais. Entretanto, a ausência de diferença é justificada pela similaridade da composição química dos materiais avaliados. Outros estudos que avaliaram comparativamente materiais que diferem entre si em relação a sua composição determinaram que a qualidade da margem de uma restauração é afetada pelo material utilizado^{5,7,9,22}.

Em geral, materiais restauradores a base de polímeros apresentam melhor desempenho em testes de resistência a flexão em comparação a materiais cerâmicos, ou seja, estes são menos flexíveis e mais frágeis que aqueles. A análise desta propriedade dos materiais é importante quando se imagina o comportamento do material em situações com espessura reduzida, como nas margens de uma restauração. Análises de microscopia óptica em estudos anteriores sugerem que, nestas áreas, materiais poliméricos apresentam superioridade em lisura superficial e isto provavelmente se deve à redução da fragilidade desses materiais⁹.

No presente estudo, os materiais cerâmicos avaliados apresentaram integridade inferior nas margens das coroas, mas esta constatação não foi similar para todos os términos de preparo empregados. Quando as coroas foram confeccionadas

sobre preparos com terminos em chanfro profundo e ombro, os materiais polímeros apresentaram maior integridade marginal da restauração. Esta constatação foi significativa apenas entre as coroas de silicato de lítio (Suprinity®) e composto híbrido a base de cerâmica feldspática reforçada com polímeros (Enamic®). Não há relatos na literatura que suportem uma comparação direta destes resultados com estudos anteriores, mas o reforço por zircônia confere propriedades mecânicas superiores ao Suprinity® e isto parece justificar que seja o material onde os efeitos da espessura da margem da coroa sejam mais pronunciados e reflitam em menor integridade.

Os preparos mais adotados para coroas cerâmicas incluem terminos em chanfro ou ombro¹⁵. Neste estudo, não foram observadas diferenças entre estes terminos de preparo para coroas com materiais cerâmicos, mas em coroas de composto nanohíbrido (Brava®) e composto reforçado por polímeros (Enamic®) as diferenças foram significativas, com maior integridade de borda quando o preparo apresentava margem em ombro. A superioridade de integridade marginal dos materiais poliméricos está associada com a composição do material, como já foi discutida para comparação geral deste material com cerâmicas⁹. E para coroas com termino em ombro, os resultados observados parecem ser causados pela maior espessura de material que se obtém na margem da restauração.

No presente estudo, duas modificações de termino foram incluídas: chanfro raso e profundo, de modo que o chanfro raso apresenta uma espessura da borda reduzida em relação ao chanfro. Já o preparo em chanfro profundo tem a mesma espessura de margem que o ombro. Independente do material aplicado, as coroas com termino em chanfro e chanfro raso apresentaram resultados semelhantes entre si. Similaridade da qualidade de margem também foi observada entre as coroas com termino em chanfro profundo e ombro. Não há relato na literatura que suporte esta constatação, mas supõe-se que a semelhança morfológica entre as configurações de termino de preparo seja a razão para as diferenças de integridade na margem das restaurações não serem significativamente diferentes.

Estudos sobre o efeito do termino de preparo na qualidade de margem de restaurações indiretas são amplamente reportados na literatura, com relatos que observaram que a configuração do preparo dental não interferia na qualidade marginal das restaurações, mas que esta é dependente de outros fatores, como por exemplo, o agente de cimentação. Entretanto, nenhum dos estudos citados analisou os mesmos

desenhos de preparo avaliados no presente estudo, o que impede uma comparação direta dos resultados^{13,14,16,20}.

Um resultado interessante apresentado no presente estudo se refere às coroas de dissilicato de lítio. Cerâmica vítrea com excelentes propriedades mecânicas, as coroas obtidas com este material, independente do tipo de término empregado, apresentaram integridade de margem intermediária entre os demais materiais avaliados. Este resultado, em análise conjunta com os resultados suportados na literatura sobre as demais propriedades deste material corroboram e justificam sua vasta indicação em diversas situações clínicas, sendo capazes de aliar resistência e margens satisfatórias²⁶.

Os resultados apresentados sobre a qualidade de margem de restaurações em função do material ou término do preparo são relevantes e, com a devida cautela, podem ser adotados para tomada de decisão durante a confecção deste tipo de restauração. É reportado na literatura que a qualidade de uma restauração é dependente da associação de diversos fatores envolvidos durante sua confecção, desde o preparo até condições orais inerentes ao indivíduo. Considerando isto, acredita-se que os resultados do presente estudo contribuem para a área de conhecimento por ter avaliado conjuntamente o efeito de dois fatores que são indissociáveis na obtenção de uma coroa unitária e que, comprovado pelos presentes resultados e corroborados pela literatura, tem efeitos significativos na qualidade de margem das restaurações.

A metodologia empregada, com a confecção de coroas unitárias, permitiu uma análise minuciosa e fidedigna, simulando as condições clinicamente reproduzidas. A análise por microscopia de varredura confocal a laser é amplamente utilizada para análise de topografia superficial de materiais restauradores e permite uma avaliação quali e quantitativa das margens da restauração.

O cuidado com a obtenção das unidades amostrais e métodos de análise não impediu que este estudo apresentasse algumas limitações, que são inerentes às condições controladas obtidas durante um estudo laboratorial. A qualidade de margem da restauração foi avaliada em uma condição imediatamente após a sua confecção e outras condições que interferem na integridade marginal de coroas, tais como a cimentação, não foram avaliados. Desta forma, sugere-se que mais estudos sejam conduzidos com o intuito de avaliar a influência de envelhecimento e demais fatores no comportamento mecânico e longevidade destas restaurações.

7 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo, dentro de suas limitações, nos leva a concluir que:

- material a base de polímeros (Vita Enamic[®]) apresentou integridade de borda superior a materiais cerâmicos, exceto para coroas obtidas sobre preparo com término em chanfro;

- integridade marginal de coroas de silicato de lítio reforçada com zircônia (Suprinity[®]) não é afetada pelo tipo de término de preparo e, com exceção de coroas com término em chanfro raso, é similar às coroas confeccionadas com dissilicato de lítio (E-max[®]);

- para coroas obtidas a partir de término com preparo em chanfro, o material escolhido não interfere na qualidade da margem das coroas unitárias e produz integridade similar àquelas com término em chanfro raso;

- em coroas de dissilicato de lítio, que apresentam excelentes propriedades mecânicas, é observada qualidade de margem intermediária em relação aos demais materiais avaliados.

REFERÊNCIAS*

1. Alencar-Silva FJ, Barreto JO, Negreiros WA, Silva PGB, Pinto-Fiamengui LMS, Regis RR. Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent.* 2019; 121(4): 711 e1-6.
2. Ahrberg D, Lauer HC, AhrbergM, Weigl P. 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.* 2016; 20(2): 291–300.
3. Gjelvold B, Chrcanovic BR, Korduner EK, Collin-Bagewitz I, Kisch J. Intraoral digital impression technique compared to conventional impression technique. A randomized clinical trial. *J Prosthodont.* 2016; 25(4): 282–7.
4. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: na in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017; 118(1): 36–42.
5. Papadiochou S, Pissiotis AL. Marginal adaptation and CAD-CAM technology: a systematic review of restorative material and fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* 2018; 119(4): 545–51.
6. Kurt M, Turhan Bal B. Effects of accelerated artificial aging on the translucency and color stability of monolithic ceramics with different surface treatments. *J Prosthet Dent.* 2019; 121(4): 712 e1-8.
7. Giannetopoulos S, Van Noort R, Tsitrou E. Evaluation of the marginal integrity of ceramic copings with different marginal angles using two different CAD/CAM systems. *J Dent.* 2010; 38(12): 980–6.
8. Lien W, Roberts HW, Platt JA, Vandewalle KS, Hill TJ, Chu TM. Microstructural evolution and physical behavior of a lithium disilicate glass-ceramic. *Dent Mater.* 2015; 31(8): 928-40.
9. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *Dent Mat.* 2014; 37(8): 587–93.
10. Coldea A, Swain M V., Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dent Mater.* 2013; 29(4): 419–26.
11. Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC. Marginal fit comparison of CAD/CAM crowns milled from two different materials. *J Prosthodont.* 2018; 27(5): 421–8.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

12. Bottino M, Campos F, Ramos N, Rippe M, Valandro L, Melo R. Inlays made from a hybrid material: adaptation and bond strengths. *Oper Dent*. 2014; 40(3): E83–91.
13. Federlin M, Sipos C, Hiller KA, Thonemann B, Schmalz G. Partial ceramic crowns. Influence of preparation design and luting material on margin integrity - A scanning electron microscopic study. *Clin Oral Investig*. 2005; 9(1): 8–17.
14. Krifka S, Anthofer T, Fritzsich M, Hiller KA, Schmalz G, Federlin M. Ceramic inlays and partial ceramic crowns: influence of remaining cusp wall thickness on the marginal integrity and enamel crack formation in vitro. *Oper Dent*. 2009; 34(1): 32-42.
15. Frankenberger R, Krämer N, Appelt A, Lohbauer U, Naumann M, Roggendorf MJ. Chairside vs. labside ceramic inlays: effect of temporary restoration and adhesive luting on enamel cracks and marginal integrity. *Dent Mater*. 2011; 27(9): 892–8.
16. Cho SH, Nagy WW, Goodman JT, Solomon E, Koike M. The effect of multiple firings on the marginal integrity of pressable ceramic single crowns. *J Prosthet Dent*. 2012; 107(1): 17–23.
17. Roggendorf MJ, Kunzi B, Ebert J, Roggendorf HC, Frankenberger R, Reich SM. Seven-year clinical performance of CEREC-2 all-ceramic CAD/CAM restorations placed within deeply destroyed teeth. *Clin Oral Investig*. 2012; 16(5): 1413–24.
18. Ilgenstein I, Zitzmann NU, Bühler J, Wegehaupt FJ, Attin T, Weiger R, et al. Influence of proximal box elevation on the marginal quality and fracture behavior of root-filled molars restored with CAD/CAM ceramic or composite onlays. *Clin Oral Investig*. 2015; 19(5): 1021–8.
19. Kelvin Khng KY, Ettinger RL, Armstrong SR, Lindquist T, Gratton DG, Qian F. In vitro evaluation of the marginal integrity of CAD/CAM interim crowns. *J Prosthet Dent*. 2016; 115(5): 617–23.
20. Müller V, Friedl KH, Friedl K, Hahnel S, Handel G, Lang R. Influence of proximal box elevation technique on marginal integrity of adhesively luted Cerec inlays. *Clin Oral Investig*. 2017; 21(2): 607–12.
21. Yildirim G, Uzun IH, Keles A. Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2017; 118(2): 200–7.
22. Scioscia A, Helfers A, Soliman S, Krastl G, Zitzmann N. Performance of monolithic and veneered zirconia crowns after endodontic treatment and different repair strategies. *Oper Dent*. 2018; 43(2): 170–9.
23. Rocca GT, Daher R, Saratti CM, Sedlacek R, Suchy T, Feilzer AJ, et al. Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: the influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *J Dent*. 2018; 68: 41–50.

24. Haddadi Y, Bahrami G, Isidor F. Accuracy of crowns based on digital intraoral scanning compared to conventional impression-a split-mouth randomised clinical study. *Clin Oral Investig*. 2019 Feb 22. [Epub of ahead of print]
25. Al-Makramani BM, Razak AA, Abu-Hassan MI, Sulaiman E, Loon LJ, Yahya NA. Marginal integrity of turkom-cera compared to other all-ceramic materials: effect of finish line. *Int J Prosthodont*. 2011; 24(4): 379–81.
26. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent*. 2015; 113(4): 304–9.
27. Akın A, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of maxillary anterior single all-ceramic crowns and 2-year randomized controlled clinical trial. *J Prosthodont*. 2015; 24: 345-50.
28. Lima FF, Neto CF, Rubo JH, Santos GC, Moraes Coelho Santos MJ. Marginal adaptation of CAD-CAM onlays: Influence of preparation design and impression technique. *J Prosthet Dent*. 2018; 120(3): 396–402.
29. Dolev E, Bitterman Y, Meirowitz A. Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. *J Prosthet Dent*. 2019; 121(1): 124–8.

**Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 2 anos após a data de
defesa**

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 03 de Maio de 2019.

Paulo Fermino da Costa Neto