



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



Thais Piráquine Leandrin

**Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações
de agentes cimentantes e *resin coating***

Araraquara

2021



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



Thais Piráquine Leandrin

Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e *resin coating*

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

Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Araraquara

2021

L437r

Leandrin, Thais Piragine

Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e resin coating / Thais Piragine Leandrin. -- Araraquara, 2021
80 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Odontologia, Araraquara

Orientadora: Edson Alves de Campos

1. Cimentação.. 2. Cimentos de resina.. 3. Resistência à flexão.. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Thais Pirágine Leandrin

Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e *resin coating*

Comissão Julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutor em Dentística Restauradora

Presidente e orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4º Examinador: Prof^a. Dr^a. Cristina Magnani Felício

5º Examinador: Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy

Araraquara, 05 de março de 2021

DADOS CURRICULARES

Thais Pirágine Leandrin

NASCIMENTO: 13/12/1991

FILIAÇÃO: Jarbas Leandrin (pai)

Roseli Ap Pirágine Leandrin (mãe)

GRADUAÇÃO: 2010 - 2013: Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade de Araraquara - UNIARA.

ESPECIALIZAÇÃO: 2014 – 2015: Curso de especialização em Dentística Restauradora pela Faculdade Herrero, em parceria com a Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia- FAEPO.

MESTRADO: 2014 - 2016: Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, Área de Dentística Restauradora, nível mestrado, pela Faculdade de Odontologia de Araraquara - Unesp.

Dedico esse trabalho a todos cirurgiões dentistas clínicos que buscam o
aperfeiçoamento baseado em evidências científicas.
Gostaria de dedicar também aos meus pais, minha irmã Sabrina e ao meu esposo
Rafael.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que me deu saúde e coragem para trilhar e concluir essa etapa. Assim como à Nossa Senhora de Aparecida, que me cuidou e não me desamparou em nenhum momento, mesmo quando tudo parecia questionável.

Aos meus pais, que me apoiaram e me permitiram seguir esse sonho, e, mesmo longe, nunca deixaram me sentir sozinha. Além de todo suporte emocional e muitas vezes financeiro, me ajudaram e muito até na confecção dos corpos de prova, que muitas vezes invadiram nossos jantares. O amor e gratidão que tenho por eles é indescritível. Vocês são fundamentais na minha vida!

À minha irmã, que sempre me inspirou em como ser uma excelente cirurgiã dentista e por ser tão parceira. Muito obrigada por ter me ajudado até a fazer os experimentos. Você me inspira em muitos aspectos! Amo você mana.

Ao meu esposo, que foi muito compreensível e parceiro durante todo esse processo. Muito obrigada por toda ajuda, cobrindo até os afazeres de casa para que eu pudesse focar e fazer todos os passos que a pesquisa requeria. Muito obrigada por me ajudar com as ideias para desenvolvermos estratégias que permitissem o melhor desenvolvimento do trabalho e que foi capaz até de “lixar” os dedos para me ajudar com a confecção dos corpos de prova. Te Amo de janeiro a janeiro.

Aos meus tios Marco e Mara, que juntamente com meus primos Emily e Marquinho me ajudaram no corte dos bastões de resina epóxi, que exigiu todo um processo prévio de “engenhoca” para então conseguirmos a perfeição que queríamos.

Gostaria de agradecer a todos os funcionários da faculdade e aos colegas de pós, em especial Cris, João, Tamiris e Tamara, que me auxiliaram durante todo o processo, desde parcerias nas disciplinas, como na escrita de artigos e até mesmo para a confecção da tese. Se tornaram irmãos de coração! Muito obrigada! Não somos nada sozinhos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edson Alves de Campos, por ter me orientado em todo esse processo, acolhendo minhas ideias e então as viabilizando para pudéssemos testá-las. Obrigada pela colaboração nos passos de desenvolvimento da metodologia do nosso trabalho, assim como na ajuda com os recursos financeiros que nossa metodologia exigiu. Muito brigada por toda colaboração e compreensão de sempre!

Ao Prof Dr Milton Carlos Kuga, que me permitiu fazer parte de seu grupo de estudo e assim me possibilitou vivenciar experimentos incríveis e alcançar as publicações e apresentações de trabalhos tão necessárias. Muito obrigada por toda colaboração para a metodologia deste trabalho, que foi fundamental! Muito obrigada por, além de acreditar em mim, nunca permitiu que eu “parasse”. Muito obrigada por tudo!

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi, por ter fornecido várias oportunidades de praticar a arte da docência. Muito obrigada por toda confiança!!

À Prof^a. Dr^a. Cristina, por sempre me convidar para ministrar aulas como professora convidada no curso de odontologia da UNIARA. Obrigada também por sempre confiar e me escolher para co-orientar seus alunos. Sempre muito bom trabalhar com você!

À faculdade de odontologia de Ribeirão Preto- USP, por ter permitido o uso do equipamento de termociclagem localizado no departamento de odontologia restauradora.

Às empresas Ivoclar e Voco por terem doados os materiais para execução dessa pesquisa. Nosso muito obrigada pela parceria!

À CAPES:

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

O que você tem, todas as pessoas do mundo podem ter, mas o que você é, ninguém pode ser! Acredite em si mesmo!

Leandrin TP. Resistência à fratura de materiais CAD/CAM: efeito de diferentes combinações de agentes cimentantes e resin coating [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2021.

RESUMO

A indicação de peças totalmente cerâmicas aumentou proporcionalmente com a exigência estética e sua longevidade está diretamente relacionada à qualidade da cimentação e características mecânicas das peças e dos cimentos. Dentre as opções existentes no mercado, a cimentação adesiva pode ser executada com cimentos resinosos, resinas compostas termo aquecidas e resinas flow. Frente ao amplo mercado de peças protéticas, destaca-se o método de processamento CAD/CAM, cujos materiais de diferentes composições requerem investigações sobre a influência de agentes cimentantes e bases resinosas, previamente inseridas na superfície dentária, na resistência à fratura do conjunto. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à fratura de materiais CAD/CAM nano-híbrido e cerâmicos cimentados com diferentes agentes cimentantes sobre diferentes bases cavitárias como “*resin coating*”. Foram confeccionados 216 espécimes, os quais foram divididos de acordo com o material para confecção do *resin coating* (GrandioSO Heavy Flow, SonicFill, controle); agentes cimentantes: (Relyx ARC, SonicFill e GrandioSO Heavy Flow) e o material reabilitador (IPS e.max CAD; Cerec Bloc; Grandio Bloc). O substrato padrão foi a resina epóxi, a qual simulou e substituiu a dentina. Para o IPS e.max CAD, não houve diferença estatística quando comparamos os diferentes agentes de cimentação para o mesmo material de *resin coating*. Entretanto houve diferença estatística entre diferentes materiais de *resin coating* para o mesmo agente de cimentação, uma vez que os grupos que utilizaram o SonicFill como *resin coating* frente ao uso dos agentes cimentantes Heavy Flow e SonicFill, foram diferentes dos demais. Para o Cerec Blocs, houve similaridade estatística entre os grupos que utilizaram a mesma base resinosa frente a diferentes materiais de cimentação. Porém, quando avaliamos as diferentes bases para o mesmo agente de cimentação, os maiores valores e diferença estatística foram obtidos pelos grupos que utilizaram Heavy Flow como *resin coating*. Para o Grandio Blocs, a ausência de *resin coating* ou o uso de Heavy Flow como base não mostrou diferença estatística quando variamos os agentes cimentantes. Quando avaliamos as diferentes bases de *resin coating* para o mesmo agente de cimentação, encontramos similaridade estatística entre os grupos que utilizaram Heavy Flow como *resin coating* com os que não utilizaram nenhuma base. Por meio da análise de resistência à fratura, a confecção de *resin coating* com a resina GrandioSO Heavy Flow foi a que demonstrou os melhores valores de resistência à fratura, independente do material reabilitador avaliado. Podemos supor que cimentação com resina fluida (GrandioSO Heavy Flow) e com resina bulk fill densa (SonicFill) pré-aquecidas, são viáveis como agente de cimentação para peças de 1mm dos materiais IPS e.max CAD, Cerec Blocs e Grandio Bloc.

Palavras – chave: Cimentação. Cimentos de resina. Resistência à flexão.

Leandrin TP. Fracture resistance of CAD/CAM blocs: effect of different combinations of cementing agents and resin coating [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2021.

ABSTRACT

The indication of ceramic restorative materials increased proportionally with the aesthetic demand, whose longevity is directly related to the quality of the cementation and the mechanical characteristics of the restorative materials and the cement. Among the options available on the market, adhesive cementation can be carried out with resin cements, thermally heated composite resins and flow resins. In view of the wide market for prosthetic parts, the CAD/CAM processing method stands out, whose materials of different compositions require investigations on the influence of cementing agents and resinous bases, previously inserted in the “resin coatings” dental surface, on fracture resistance. of the set. The aim of this work was to evaluate the flexural strength of nano-hybrid and ceramic CAD/CAM materials cemented with different luting agents on different cavity bases. 216 specimens were made, which were divided according to the material for making the resin coating (GrandioSO Heavy Flow, SonicFill, Scotchbond Multi-purpose control); luting agents: (Relyx ARC, SonicFill and GrandioSO Heavy Flow) and the rehabilitation material (IPS e.max CAD; Cerec Bloc; Grandio Bloc). The standard substrate was epoxy resin, which simulated and replaced dentin. For IPS e.max CAD, there was no statistical difference when we compared the different cementing agents for the same resin coating material. However, there was a statistical difference between different resin coating materials for the same cementing agent, since the groups that used SonicFill as resin coating compared to the use of the Heavy Flow and SonicFill cementing agents, were different from the others. For Cerec Blocs, there was statistical similarity between the groups that used the same resinous base against different cementation materials. However, when we evaluated the different bases for the same cementing agent, the highest values and statistical difference were obtained by the groups that used Heavy Flow as resin coating. For Grandio Blocs, the absence of resin coating or the use of Heavy Flow as a base did not show statistical difference when varying the cementing agents. When we evaluated the different resin coating bases for the same cementing agent, we found statistical similarity between the groups that used Heavy Flow as resin coating with those that did not use any base. Through the analysis of fracture resistance, the making of resin coating with GrandioSO Heavy Flow resin was the one that demonstrated the best values for fracture resistance, regardless of the rehabilitation material evaluated. Through the analysis of fracture resistance, confection of resin coating with GrandioSO Heavy Flow resin was the one that corroborated for the best values of flexural strength, regardless of the material rehabilitators evaluated. We can assume that luting with pre-heated fluid resin (GrandioSO Heavy Flow) and dense bulk fill resin (SonicFill) are viable as a cementing agent for 1mm restorative materials of IPS e.max CAD, Cerec Blocs and Grandio Blocs.

Keywords: Cementation. Resin cements. Flexural strength

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	15
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 Resin Coating- Conceitos e Aplicações	16
3.2 Materiais Reabilitadores CAD / CAM Polímeros e Cerâmicos ..	28
3.3 Agentes de Cimentação.....	43
4 MATERIAL E MÉTODO	53
4.1 Confeção dos Espécimes.....	57
4.1.1 Resina Epóxi.....	57
4.1.2 Restaurações Indiretas	58
4.2 Resin Coating: Técnica	58
4.3 Cimentação Adesiva	59
4.4 Armazenamento.....	61
4.5 Resistencia à Fratura	62
4.6 Análise Estatística.....	62
5 RESULTADO	63
6 DISCUSSÃO	66
7 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

Restaurações livres de metal tornaram-se materiais de escolha para solução de casos estéticos de alta performance. O desenvolvimento de novos materiais com melhores propriedades ópticas e mecânicas foi impulsionado pelos avanços tecnológicos de produção. A tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) conta com uma série de vantagens, como redução do tempo de trabalho laboratorial, adequada adaptação das peças e melhor controle de qualidade^{1,2}. Os materiais disponíveis caracterizam-se por blocos pré-usinados a base de: cerâmicas feldspática, reforçada por leucita, reforçada por dissilicato de lítio ou de silicato de lítio reforçada com dióxido de zircônio; cerâmica infiltrada por polímero (híbridos); a base de compósito; e cerâmicas cristalinas, como zircônia³.

A longevidade de peças indiretas conta com aspectos como a espessura da peça, agente cimentante e tipo de substrato dentário. De acordo com a recomendação usual, materiais cerâmicos necessitam de 1,5-2,0mm de espessura para serem resistentes à fratura⁴⁻⁶. Diante do desenvolvimento de materiais com propriedades mecânicas aprimoradas, em combinação com técnicas CAD / CAM e cimentação adesiva, permite-se a confecção de peças menos espessas⁷.

O desajuste marginal de peças indiretas é esperado e considerado aceitável entre 100µm a 120µm⁸⁻¹⁰. Assim, a utilização de cimentos é considerada fundamental para o selamento marginal e retenção de peças¹¹. No caso de cimentos resinosos, os mesmo são capazes de se unirem tanto à estrutura dental quanto às restaurações, possibilitando preparos mais conservadores e auxilia na obtenção de propriedades mecânicas mais adequadas do material^{11,12}. Os cimentos resinosos possuem melhores valores de resistência à compressão e desgaste^{13,14} e menor solubilidade dentre os cimentos disponíveis no mercado¹⁵. Porém, ainda não há cimento disponível que contemplem todas as exigências para se tornar ideal para qualquer ocasião¹¹. São necessárias melhorias para que os mesmos sejam capazes de manter sua integridade em ambiente úmido e quente, sujeitos à tensões das peças para a estrutura dentária^{11,16}.

Além de cimentos resinosos, o uso de compósitos fluidos é uma das alternativas viáveis em cimentações adesivas¹⁷. Estes, por apresentarem baixo módulo de elasticidade, podem promover melhor absorção das tensões de contração durante a polimerização e tensões mecânicas¹⁸. No entanto, devido sua menor

quantidade de carga inorgânica, espera-se maior contração de polimerização e degradação, quando comparados com compósitos convencionais¹⁹. Estudos sugerem então, o uso de resinas convencionais aquecidas para cimentação, uma vez que o aquecimento desses materiais promove diversas vantagens: fluidez aumentada (melhor condição e capacidade de trabalho)²⁰, melhor conversão dos monômeros e aumento da microdureza do material, com propriedades que favorecem a uma maior resistência à degradação no ambiente oral²¹. Diante do desafio da completa polimerização sob peças de diferentes espessuras, o uso de resinas bulk fill podem auxiliar nesse processo de cimentação, uma vez que estas apresentam melhor conversão polimérica de sua matriz em profundidades maiores, sem que haja uma diminuição das propriedades mecânicas²².

Dentro do planejamento de uma reabilitação protética, seja ela por meio de peças unitárias ou múltiplas, podemos optar por alternativas prévias que podem colaborar com todas as fases de execução, desde o preparo, moldagem ou outras formas de aquisição do preparo em boca, estendendo-se até a cimentação, alternativas essas que contribuem para maior taxa de sucesso reabilitador. Sendo assim, destacam-se dois procedimentos: "recolocação da margem cervical", introduzido por Dietschi e Spreafico²³, em 1998; e "resin coating", avaliado desde os primeiros trabalhos de Davidson et al.²⁴ em 1990.

A técnica denominada "realocação da margem cervical" (CMR), propõe a inserção de resina composta nas áreas proximais, a fim de realocar as margens da cavidade da posição sub-gengival para a supra-gengival²³. Este procedimento facilitará a etapa de preparo dental e estabelecimento de término, melhor tomada de impressão, melhor controle da técnica de cimentação adesiva, favorecendo também a remoção dos excessos do cimento, acabamento e polimento das margens²⁵.

O "resin coating" (ou "resinous bases") ou também denominada como camadas de ruptura de estresse²⁶⁻³² é uma técnica que propõe o uso de materiais resinosos fluidos ou convencionais (com módulos de elasticidade menores) de fina camada nas paredes de fundo da cavidade preparada, devendo então as margens gengivais serem finalizadas com pontas diamantadas³³. Tal procedimento é capaz de contribuir na absorção de tensões resultantes da polimerização, diminuem os riscos de formação de gaps entre a camada adesiva e o substrato dentário, auxilia na obtenção da integridade marginal, reduzindo os riscos da penetração bacteriana e permeabilidade dos fluídos intratubulares dentinários. Além disso, permite a confecção de preparos

mais conservadores^{23,34}, aumenta a força de adesão e qualidade de adaptação de peças indiretas³⁵⁻³⁹.

Diante da era da odontologia minimamente invasiva, a opção por uso de peças de fina espessura têm apresentado maior recorrência. A resistência à fratura de restaurações cerâmicas, também pode ser influenciada pelas propriedades do material de base⁴⁰. Assim, para alcançar melhores resultados clínicos, é de suma importância estudos que avaliem materiais resinosos para serem usados como base de peças indiretas, em combinação com diferentes agente cimentantes.

2 PROPOSIÇÃO

Objetivo 1: Avaliar a resistência à fratura de materiais CAD/CAM cerâmicos e compósito nano-híbrido cimentados com diferentes agentes cimentantes sobre diferentes materiais de *resin coating*.

As hipóteses nulas a serem testadas foram:

1. Materiais do *resin coating* não interferem na resistência à fratura de peças CAD/CAM, seja de materiais cerâmicos ou compósito nano-híbrido.
2. Diferentes agentes de cimentação não interferem na resistência à fratura de peças CAD/CAM, seja nano-híbrido ou cerâmicas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Resin Coating – Conceito e Aplicações

Os princípios de hibridização dentinária estão bem estabelecidos desde a década de 1980, com base no trabalho de Nakabayashi et al.⁴¹. Segundo Magne⁴², em 2005, por meio de uma revisão de literatura, salientou que sempre que uma área dentinária é exposta durante o preparo dentário para restaurações adesivas indiretas, é recomendado que se utilize sistema adesivo dentinário aplicado imediatamente sobre todo o local, antes mesmo das etapas de moldagem e provisório. Dentre os diversos sistemas disponíveis, recomenda-se o uso de sistema adesivo de 3 passos convencional, seguidos ou não por uma camada fina de resina fluída, apenas sobre a superfície dentinária. Adequada adesão em substrato dentinário é fundamental para restaurações indiretas, principalmente quando utiliza-se porcelanas, pois a resistência final do complexo é altamente dependente dos procedimentos adesivos, assim, ao executar o selamento dentinário imediato reduz-se os riscos de falhas de peças indiretas. Diversos são os benefícios de se executar o selamento dentinário imediato:

1. A dentina recém-cortada é o substrato ideal para a adesão dentinária;
2. Adequada polimerização do adesivo nesta fase prévia. A força de união é menor quando o sistema adesivo é polimerizado juntamente com incrementos de compósitos inseridos;
3. O selamento imediato da dentina permite o desenvolvimento de adesão à dentina sem tensões;
4. O selamento imediato protege a dentina contra microinfiltração bacteriana e da sensibilidade durante a provisionalização;
5. confere máxima preservação da estrutura dentária.

Yazigi et al.⁴³, em 2017, avaliaram a eficiência do selamento dentinário imediato e os efeitos de diferentes protocolos de cimentação na resistência à fratura de facetas oclusais CAD / CAM coladas à dentina exposta. Noventa e seis pré-molares superiores extraídos foram inicialmente divididos em três grupos principais com 32 espécimes cada: sem selamento imediato da dentina (W), com selamento imediato da dentina com condicionamento total (IT) e selamento imediato da dentina com condicionamento seletivo (IS). O sistema adesivo utilizado foi Adhese Universal (Ivoclar). Os dentes foram preparados de forma idêntica na dentina para receber facetas oclusais de 0,8mm de espessura, fresadas a partir de blocos cerâmicos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD), que apresentam excelentes propriedades estéticas e mecânicas, mesmo para restaurações com espessura mínima. Cada grupo

principal (W, IT e IS) foi subdividido em 2 subgrupos aleatoriamente, de acordo com o protocolo de condicionamento de superfície de pré-cimentação (total / seletivo). O procedimento de condicionamento ácido para os subgrupos foi realizado seletivamente somente em esmalte ou total, em esmalte e dentina, e, em seguida, todas as superfícies preparadas foram revestidas com uma camada do agente de união (Adesivo Universal, Ivoclar Vivadent), que foi deixada sem polimerização até a aplicação do cimento. Todas as restaurações foram coladas com cimento resinoso (Variolink Esthetic). Metade dos corpos-de-prova de cada subgrupo foi submetida a carregamento termodinâmico em simulador de mastigação com 1.200.000 ciclos com carga de 10kg. A outra metade e os espécimes sobreviventes foram submetidos a carregamento quase estático até a falha. Todos os espécimes, exceto um, sobreviveram ao envelhecimento artificial. Uma resistência à fratura significativamente maior das restaurações ($p \leq 0,001$) foi obtida quando o selamento dentinário imediato foi realizado, independentemente do método de condicionamento, com valores variando de um mínimo de $1.122 \pm 336\text{N}$ a um máximo de $1.853 \pm 333\text{N}$. Dentro das limitações deste estudo de laboratório, pode-se concluir que finas facetas oclusais de pré-molares fabricadas de cerâmica de dissilicato de lítio e cimentadas à dentina, demonstraram resistência à fratura excedendo os valores recomendados para restauração de dentes posteriores. Seguir o protocolo de selamento de dentina imediato, pode ter um efeito benéfico na resistência à fratura das facetas oclusais. Além disso, pode-se concluir que o condicionamento ácido seletivo do esmalte foi tão eficaz quanto o condicionamento total.

Ashy et al.⁴⁴ em 2020, investigaram sobre as adaptações marginais e internas de restaurações inlay de cerâmica cimentadas sobre substratos com selagem imediata de dentina (IDS) vs procedimentos de selagem dentinária tardio (DDS). A técnica de selamento contou com uso de duas camadas do adesivo universal All-Bond, que precedeu pelo condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos. Para isso, realizou-se preparos tipo inlay (MOD) em molares humanos, que foram alocados aleatoriamente em seis grupos. As peças indiretas foram confeccionadas em Lava Ultimate, cimentadas nas cavidades usando o sistema adesivo universal All-Bond e o cimento resinoso dual eCEMENT após IDS/ cimentação imediata (grupos de controle 1 e 2), IDS / cimentação retardada (grupos 3 e 4) ou DDS / protocolos de cimentação retardada (grupos 5 e 6). Os dentes dos grupos 2, 4 e 6 foram submetidos à termociclagem de 500 ciclos entre 5°C e 55°C

depois da cimentação inlay. Após a coloração com solução de nitrato de prata, os volumes de gap marginal e interno foram determinados usando imagens de tomografia microcomputada. As inlays cimentadas apresentaram uma adaptação marginal superior logo após a cimentação e uma adaptação interna superior após a termociclagem quando utilizando a técnica IDS em comparação com a técnica DDS. No entanto, a adaptação marginal após a termociclagem não foi significativamente diferente entre as duas técnicas.

No início dos anos 90, uma técnica de revestimento com resina (*resin coating*) em preparos dentais previamente às restaurações indiretas foi proposta por dentistas japoneses especialista, a qual foi muito bem sucedida. Esta técnica tem similaridade com o selamento dentinário imediato (SDI), porém o SDI se concentra apenas na superfície dentinária. O *resin coating* conta com o revestimento total das superfícies de esmalte e dentina expostas após o preparo dentário com uma película fina de um material de forramento ou de um sistema adesivo combinado com uma resina composta fluida, podendo ser aplicada em dentes vitais e não vitais. Nikaido et al.⁴⁵ em 2018, por meio de uma revisão de literatura, evidenciou que em casos de restaurações indiretas, o *resin coating* é capaz de melhorar a resistência de união entre cimento resinoso e dentina, seja cimentos autoadesivos ou convencionais; proteger o complexo dentino-pulpar, e assim reduzir sintomatologia dolorosa durante todo o processo de provisório/cimentação da peça. A combinação recomendada para se alcançar bons resultados clínicos é aquela em que se utiliza o sistema adesivo autocondicionante de 2 frascos ou convencional de 3 etapas juntamente com um compósito de resina de baixa viscosidade. Foi evidenciado também o uso benéfico desta técnica em superfícies radiculares expostas, capaz de proteger de invasão bacteriana e processos cariogênicos, além de proteger contra a abrasão durante a escovação dentária.

Segundo Prakki et al.⁴⁶, em 2009, o *resin coating* é importante na diminuição do desgaste da interface de cimentação após 100.000 ciclos de escovação e abrasão, ou seja, diminuiu a perda vertical após cimentação de peças indiretas em compósito. Preparos com dimensões 3x4x3mm foram confeccionados em dentes bovinos, os quais foram divididos em 2 principais grupos: RC: que receberam o revestimento de resina (ED Primer + Tetric Flow); NC: não receberam o revestimento. Cada grupo dividiu-se em 2 subgrupos, de acordo com os que receberam ou não a aplicação do selante de superfície (Biscover): (RC + S e NC + S). Todas as inlays em resina

composta foram cimentadas com cimento resinoso dual (Panavia F). Os corpos de prova foram submetidos a 100.000 ciclos de escovação e abrasão. A largura da restauração dentária foi obtida usando um perfilômetro Hommel Tester T 1000-basic e o software Turbo Datawin NT 1.34 (microm). O desgaste da interface (perda vertical / microm e área / microm²) foi calculado com o software Image Tool 3.0. Não foram encontradas diferenças na largura da interface dente-restauração e área desgastada entre as técnicas convencionais e de revestimento de resina. A interface *resin coating* apresentou redução da perda vertical. Visto que tanto o adesivo quanto o cimento resinoso parecem ser menos resistentes ao desgaste do que o composto de resina de baixa viscosidade, este último possivelmente os protegeu do processo de desgaste. A vedação da superfície da restauração proporcionou desgaste reduzido na interface dente-restauração para ambas as técnicas.

Senawongse et al.⁴⁷ em 2010, avaliaram a eficácia de várias camadas de resina intermediárias na microinfiltração de restaurações de Classe V sob carga oclusal. Assim compararam o módulo de elasticidade de camadas sucessivas (incluindo vários compósitos fluidos usados como camadas intermediárias) nas interfaces resina-dentina e compararam a microinfiltração das restaurações de resina composta Classe V com e sem carga oclusal. Cavidades em forma de cunha foram preparadas na face vestibular na junção cimento-esmalte de 72 pré-molares extraídos, as quais receberam um sistema adesivo autocondicionante (One Up Bond F Plus), e foram divididos em três grupos de acordo com a técnica restauradora: 1) restaurado apenas com resina composta Esthelite Sigma, 2) resina composta Esthelite Sigma com resina fluida de baixa fluidez ou 3) resina composta Esthelite Sigma com composto fluido de alta fluidez. Os corpos de prova foram submetidos a um teste de nanoidentação para avaliar o módulo de elasticidade de camadas sucessivas na interface resina-dentina e foram submetidos a um teste de microinfiltração em condições de carga (uma força oclusal de 50 N foi aplicada paralela ao longo eixo do dente por 250.000 ciclos) ou sem carga. Foi observado que não houve diferença na microinfiltração quando se usou resinas fluidas na camada intermediária, e esse fato pode ser justificado pela ligeira diferença entre o módulo de elasticidade obtido a partir do compósito fluido e o de Esthelite Sigma. A carga oclusal aumentou a microinfiltração quando cavidades classe V foram restauradas sem resina fluida. A aplicação de compósitos fluidos pode aliviar o estresse oclusal e resultar na redução do vazamento marginal. A diferença entre os módulos de elasticidade das resinas fluidas não gerou nenhuma diferença

de comportamento das mesmas. O módulo elástico do adesivo ($7,88 \pm 0,50$ GPa) pode não ser suficiente para suportar a força oclusal e prevenir microinfiltração, especialmente na margem dentinária, e assim, especialmente para uso de sistemas adesivos autocondicionantes, o uso de resina fluida sobre a camada híbrida é recomendado. Dentro das limitações deste estudo, os achados sugerem que os módulos elásticos de compósitos fluidos variando de 14,14 a 15,78 GPa pode ser suficiente para compensar o estresse gerado pelas forças oclusais. A aplicação destes compósitos reduziu microinfiltrações marginais da dentina de restaurações compostas em forma de cunha.

Medina et al.⁴⁸, em 2012, avaliaram a influência de diferentes combinações de materiais usados na técnica de *resin coating* (RCT) sobre a adaptação marginal de restaurações indiretas, cujas margens gengivais localizam-se em esmalte (ME) ou cimento (MC). Utilizou-se oitenta terceiros molares e 2 cavidades foram preparadas para cada dente. As cavidades com margem em esmalte foram forradas pelas seguintes combinações de materiais: G1: Single-Bond2 (Sb2), G2: Sb2 + Bond/Scotchbond-Multipurpose (Sb2B), G3: Sb2 + Filtek-Flow Z350 (Sb2FI), G4: Scotchbond-Multipurpose (SBMP), G5: Clearfil-S3 (CS3), G6: CS3 + Bond/Clearfil-SE Bond (CSE3B), G7: CS3 + Protect Liner F (CS3PL), G8: Clearfil SE Bond + Protect Liner F (CSEBPL). As mesmas combinações foram aplicadas às cavidades com margens em cimento: G9, G10, G11, G12, G13, G14, G15, G16, respectivamente. As restaurações foram confeccionadas usando o sistema Sinfony (3M/ESPE) e cimentadas com agente cimentante resinoso dual Rely X ARC (3M ESPE). Após 24 h, os dentes restaurados foram submetidos à ciclagem térmica (2.000 ciclos - 5° a 55° C) e mecânica (50.000 ciclos, 50 N). Em seguida, Carie-Detector (Kuraray) foi aplicado sobre as margens das restaurações. Diante dos resultados encontrados, pode-se concluir que os grupos que não usaram "linner" apresentaram maior percentual de gap marginal. Além disso, todas as restaurações indiretas apresentaram fenda marginal, independente das combinações de materiais utilizadas para o revestimento de resina. Uma alta porcentagem de formação de gap foi observada no grupo CS3. Este adesivo apresenta baixa viscosidade, resultando em uma fina camada adesiva. Na presença de oxigênio, a polimerização dessa camada pode ser limitada, fragilizando o selamento da interface dente / restauração. Além disso, este adesivo é constituído principalmente por monômeros hidrofílicos e solvente, que apresentam baixa resistência coesiva. Uma alternativa adequada para reduzir as tensões

produzidas pelas forças mastigatórias e também pela contração de polimerização do cimento resinoso é o RCT, que pode distribuir as tensões que se concentrariam na camada de cimento para a dentina hibridizada e o material de base.

O efeito da aplicação clínica de selamento dentinário imediato (IDS) envolvendo uma variedade de espessuras e formatos previamente ao processo de cimentação de peças indiretas, ainda não havia sido avaliado. Assim, Murata et al.⁴⁹ em 2018, buscaram avaliar os efeitos das aplicações IDS na cimentação de restaurações tipo onlay em cerâmica CAD / CAM, após carregamento cíclico. 32 molares humanos extraídos receberam um preparado padronizado mesial-distal-oclusal-palatinas (MDOP), os quais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: aquelas que receberam vedação em camada fina (T), em forma de declive (S) e em forma de base (B), e o grupo sem vedação (N) como controle. As paredes dentinárias intracavitárias dos grupos T, S e B foram seladas com um adesivo all-in-one (Scotchbond Universal Adhesive, 3M ESPE) e um compósito fluido (Filtek Supreme Ultra Flowable Restorative, 3M ESPE). As peças cerâmicas foram feitas em blocos de feldspática (VITABLOCS Mark II) e cimentadas com cimento resinoso dual (PANAVIA V5). Todos os espécimes foram submetidos a tensão de carregamento cíclico mecânico conduzido a 157 N por 90 ciclos / min e por 3×10^5 ciclos no total. Este processo foi realizado em água a 37°C e controlado usando um aparelho multifuncional feito sob medida (Tokyo Giken) cada amostra restaurada foi seccionada em 4 partes de $1,0 \times 1,0 \text{ mm}^2$: (1) mesiovestibular, (2) disto-vestibular, (3) mesiopalatal e (4) espécimes da região distopalatal. As espessuras da camada IDS e da camada de cimento resinoso nas partes centrais das superfícies seccionadas ① e ④ foram medidas usando um microscópio óptico (Measurescope MM-1200, Nikon, Tóquio, Japão), e então foram levadas ao ensaio de microtração. Verificou-se que uma aplicação de IDS fina melhoraria a precisão do escaneamento e resultaria em menor espessura de cimento resinoso, ao mesmo tempo que permitiria melhor adaptação da cavidade do que a de uma restauração sem aplicação de IDS. Neste estudo, os valores de μ -TBS de restaurações S com espessura de IDS moderada (380-610 μm) e aqueles de restaurações B com uma camada de IDS espessa (1.060-1.190 μm) foram significativamente maiores do que os valores para restaurações T com espessura fina de IDS (150–200 μm), independentemente da região. Pode-se concluir que uma camada de IDS moderada ou mais espessa atua como um quebra-tensão significativo para produzir resistência de união intracavidade desejável sob estresse de carga

cíclica. Se a mesma aplicação de IDS for implementada, a espessura da camada de cimento resinoso para a restauração CAD / CAM onlay é uniforme e o μ -TBS não varia com a espessura do cimento. Portanto, parece que a espessura do IDS é um fator mais importante do que a espessura do cimento no que diz respeito ao μ -TBS. Verificou-se que o IDS melhorou não apenas o μ -TBS, mas também a confiabilidade de cimentação e durabilidade da restauração CAD / CAM. Em particular, o selamento com resina flow em forma de declive (S) exibiu o mais alto desempenho em relação à resistência de união e união estável.

De acordo com Akehashi et al.⁵⁰ em 2019, a seleção do material para revestimento de resina e do cimento resinoso é um fator importante que influencia a resistência de união dos cimentos resinosos à dentina. O revestimento de resina com Clearfil SE Bond + Panavia V5 (V5 / DC), seguido pela cimentação com Panavia F2.0 (F2.0), foi capaz de atingir uma resistência de união equivalente à adesão de restaurações diretas. O objetivo deste estudo foi investigar se as resistências de união à dentina de várias combinações de materiais de revestimento de resina e cimentos resinosos de cura dupla são capazes de atingir resistências de união semelhantes às registradas para compósitos de resina direta. Para isso, superfícies planas em dentina de molares humanos foram restauradas com uma resina composta direta ou indireta com / sem a técnica de resin coating. Como material de revestimento de resina, utilizou-se o Clearfil SE Bond 2 com Clearfil Protect Liner F, Clearfil Majesty LV, Panavia V5 DC ou um material de revestimento fotopolimerizável experimental. Como agentes cimentantes duais, utilizou-se Panavia V5 ou Panavia F2.0 que foram usados com Panavia V5 Tooth Primer ou ED Primer II. O revestimento de resina nem sempre contribui para o aumento de μ TBS.

Rozan et al.⁵¹ em 2020, realizaram um estudo que avaliou se a técnica de *resin coating* afetaria na resistência de união e adaptação interna de restaurações tipo Inlay feitas com material cerâmico híbrido em CAD / CAM (Cerasmart). Para isso utilizou-se setenta e dois terceiros molares humanos, os quais receberam preparos MOD. Os grupos foram separados: 1: de acordo com a técnica de *resin coating*: controle (sem revestimento); Grupo de 1 etapa (G-Premio Bond) e Grupo de 2 etapas + flow (Clearfil SE Bond 2 + Clearfil Majesty ES). 2: de acordo com o agente cimentante: RelyX Ultimate (RXU), G-CEM LinkForce (LinkForce) ou Panavia V5 (PV5). Posteriormente ao scaneamento dos preparos, os dentes ficaram 1 hora imersos em água destilada a 37°C. Os dentes que receberam o revestimento, receberam jateamento com óxido de

álumina de 50 μm a 0,15 MPa. Não foi detalhado se houve a realização de bisel na margem do esmalte dentário. Entretanto, o revestimento em fina camada foi aplicado com aplicadores descartáveis. Após a cimentação, todos os espécimes foram imersos em água a 37°C por 24h e submetidos a 5.000 ciclos em um dispositivo de ciclagem térmica (K178-08, Tokyo Giken, Tóquio, Japão) de 5 a 55°C. Metade da amostra foi usada para teste de resistência de união à microtração (MTBS) (palitos de 1,0 $\times$ 1,0 mm²) e a outra metade da amostra foi usada para avaliação da adaptação interna. Para o grupo não revestido, RXU exibiu MTBS mais alto do que LinkForce e PV5 ($p < 0,05$). O MTBS de todos os grupos de 1 e 2 etapas + Flow era maior do que 30 MPa. O revestimento de resina não influenciou o MTBS de RXU, enquanto o revestimento de resina aumentou o MTBS de LinkForce e PV5. O *resin coating* com resina flow em combinação com sistema adesivo autocondicionante de dois frascos pode ser mais eficaz do que o qual utiliza um adesivo autocondicionante de um frasco só. Mais de 95% de margens livres de falhas foram encontradas em todos os grupos, não havendo diferença entre os grupos testados.

Dado devida importância ao procedimento de selamento imitado da dentina e o *resin coating*, em 1998, foi proposto por Dietschi e Spreafico²³ o conceito de realocação coronal das margens da cavidade que se estende cervicalmente à estrutura da dentina. Foi enfatizado a importância do uso de materiais de base resinosa flexíveis previamente às peças indiretas. A flexibilização progressiva é capaz de controlar a tensão de contração de polimerização de materiais resinosos e absorver parcialmente as tensões funcionais, por meio de várias camadas de rigidez progressiva. Esta base resistente, porém, menos rígida, é capaz de configurar proteção biológica ao tecido dentário, proteção e estabilização da camada híbrida, garantir que cavidade tenha um design adequado, com desgastes mínimos e margens supragengivais, favorecendo para uma camada de cimento mais fina, reduzindo o estresse de contração durante a etapa de polimerização e pode configurar espessura do material restaurador mais uniforme e com mínimo de espessura requerida. Peças mais finas, durante a cimentação, garantem melhor o acesso à luz dos cimentos duais durante a fotopolimerização, uma vez que a ativação química é frequentemente insuficiente para estimular e garantir uma taxa de conversão ideal. O levantamento de margem também pode ser feito com resinas fluidas, sendo esta uma boa opção, cujas propriedades de resistência à compressão são aceitáveis. Quando não há espaço suficiente para colocação de uma base resinosa, aconselha-se o uso do sistema

adesivo Optbond FL, devido as propriedades do material e seu alto conteúdo de carga do adesivo hidrofóbico. Entretanto, estabelecer um material com módulo de elasticidade ideal ainda precisa ser estabelecido. Tais conceitos também foi evidenciado por Rocca e Krejci³⁴ em 2007, salientando que esta técnica proposta é previsível, fácil manuseio com preparo minimamente invasivo, conforto do paciente e saúde periodontal, mesmo em restaurações com margens de cavidades subgengivais. Foi salientado pelos autores Dietschi e Spreafico²³, que devido o maior desgaste que cimentos resinosos sofrem, cimentar com resinas convencionais ou duais, assistida por aquecimento e ultrassom é algo muito benéfico.

Dietschi et al.³⁰, em 2003, realizaram um estudo que objetivou avaliar a influência das bases resinosas de diferentes módulos de elasticidade na adaptação marginal e interna de restaurações indiretas classe II após testes mecânicos oclusais. Para isso utilizaram terceiros molares humanos, os quais receberam preparos classe II (MOD). As dimensões dos preparos eram de 4,0 mm de largura e 2,0 mm de profundidade da caixa proximal. Em todos os espécimes o procedimento adesivo foi realizado com sistema condiciona e lava, OptiBond FL. Os grupos foram divididos de acordo com o tipo de base resinosa utilizada: grupo controle (apenas o adesivo); compósitos microhíbridos fluidos: Revolution (Kerr) e Tetric Flow (Ivoclar); compômero Dyract (Dentsply); e compósito Prodigy (Kerr). Após aplicação da base, as margens gengivais da cavidade foram refinadas com pontas diamantadas finas, a moldagem foi feita com material hidrocolóide irreversível. Todas as Inlays foram confeccionadas com um compósito microhíbrido (Herculite A2E- Kerr). As superfícies internas das inlays foram jateadas com óxido de alumínio de 50 µm a pressão de 2 bar. Antes da cimentação adesiva, os dentes preparados foram mantidos por uma semana em ambiente saturado de água. Seguiu-se os passos convencionais da cimentação, utilizando cimento Nexus (Kerr). O ensaio mecânico foi realizado 24 horas após a cimentação, sobre os quais foi feita simulação da pressão pulpar com água salina sob pressão de 14 cmH₂O. Todas as amostras foram submetidas ciclagem mecânica de 250.000 ciclos com 50N de força; 250.000 ciclos com 75N e 500.000 ciclos com 100N, totalizando em 1.000.000 ciclos completos, o que corresponde a 4 anos em função em boca. Sob um dispositivo experimental, uma força axial foi exercida na frequência de 1,5Hz. Os dentes restaurados foram contatados por cúspides artificiais antagonistas (diâmetro de 4mm), feitas de aço inoxidável com dureza semelhante ao esmalte natural, e eles entraram em contato com a superfície oclusal da restauração

a cerca de 1,5mm da fossa central, produzido um movimento deslizante no dente entre o primeiro contato, em um plano inclinado, e a fossa central. Antes e após o ensaio mecânico, a interface proximal das restaurações foi analisada quantitativamente por microscopia eletrônica de varredura por meio de réplicas do mesmo corpo de prova, a fim de avaliar continuidade, preenchimento excessivo, preenchimento insuficiente, abertura marginal, restauração marginal ou fratura dentária. Além desta análise, após o ensaio, os corpos de prova foram cortados em três partes, a fim de expor a superfície interna para análise da adaptação interna das peças por meio de réplicas em resina epóxi. As amostras foram julgadas de acordo com dois critérios: continuidade e abertura interfacial. As porcentagens finais de fratura dentária marginal variaram de 30,7% (sem base) a 37,6% (Dyract). Na dentina, as porcentagens de abertura marginal variaram de 9,2% (Tetric Flow) a 30,1% (Prodigy), no entanto, sem diferença significativa entre os produtos base. Os valores médios da interface interna aberta com dentina variaram de 11,06% (Fluxo Tétrico) a 28,15% (Prodigy). Independente do momento na análise, o esmalte nas margens da extremidade com prismas de esmalte cortados paralelamente ao seu eixo longo está propenso a fraturar. O uso de um material de rigidez média, como a Flow Tetric, parece ideal para uso como base sob essas restaurações.

Em 2012, Rocca et al.³³ avaliaram a influência do tipo de compósito (fluido ou consistência convencional) utilizado como base e o impacto do seu tratamento de superfície na adaptação interna e marginal de grandes inlays. Foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, cujos preparos tiveram sua margem localizada a 1 mm abaixo da junção cimento-esmalte, os quais foram divididos em quatro grupos, de acordo com o tipo de base resinosa e tratamento de superfície dessas bases: sem base (grupo de controle), base com compósito fluido tratado com abrasão por ar suave (Premise Flow A2, Kerr, + partículas de bicarbonato de sódio de 100 µm a 3 bar de pressão) experimento 1; base com compósito fluido jateado (Premise Flow A2, Kerr, + partículas de óxido de alumínio de 27 µm à mesma pressão), experimento 2; e compósito restaurador convencional jateado (Premissa A2, Kerr, + partículas de óxido de alumínio de 27 µm à mesma pressão), experimento 3. Após a conclusão dos preparos, um sistema adesivo convencional de 3 frascos (Optibond FL, Kerr, Orange, CA, EUA) foi usado para tratar as superfícies dentinárias, e, exceto o grupo controle, o revestimento em resina foi aplicado em toda superfície dentinária com espessura de 1mm. As peças indiretas foram confeccionadas com o mesmo compósito micro-

híbrido (Premise A2). Na etapa de cimentação, a camada adesiva aplicada sobre os preparos não foram fotopolimerizadas, e receberam uma fina camada do mesmo material das inlays, cujas peças foram assentadas com pressão manual. Vinte e quatro horas após a cimentação, duas amostras de cada grupo foram colocadas arbitrariamente na máquina de fadiga, as quais foram submetidas a 1.000.000 ciclos com força de carga excêntrica de 100 N. Antes do teste de fadiga, bem como após o término de cada fase de carregamento, réplicas de resina epóxi foram efetuadas. Os seguintes segmentos foram observados: margens do esmalte nas áreas oclusal e proximal, e margens dentinárias no lado proximal, abaixo da junção cimento-esmalte. Após término da carga mecânica, as amostras foram seccionadas mesio-distalmente para avaliação interna de adaptação. A adaptação interna da restauração foi então avaliada de forma semi-quantitativa nas réplicas sob MEV com ampliação de 200×. A porcentagem de adaptação perfeita no esmalte foi de 79,5% a 92,7% antes do carregamento e 73,3% a 81,9% após o carregamento. A adaptação perfeita à dentina foi reduzida antes da carga (54,8% a 77,6%) e após a carga (41,9% a 63%), mas nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos para as condições pré e pós-carga. A única diferença significativa em relação à adaptação marginal foi encontrada no grupo controle (sem base), com redução mais acentuada da excelente adaptação. Mesmo que não estatisticamente significante, as restaurações com um revestimento composto fluido tenderam a apresentar mais defeitos marginais na dentina cervical antes do carregamento, mas esta tendência desapareceu após o carregamento. Os resultados do presente estudo apoiam o uso de compósitos fluidos ou convencionais como base / revestimento sob grandes restaurações de classe II. A abrasão por ar suave representa uma alternativa potencial à abrasão. A aplicação de uma base resinosa sob restaurações indiretas em compósitos representa uma alternativa não invasiva e viável ao alongamento cirúrgico da coroa, a fim de realocar as margens da cavidade de uma posição intracrevicular para supragengival.

Ilgenstein et al.⁵², em 2015, investigaram a influência da elevação da caixa proximal (PBE) com resina composta (Tetric N-Ceran) em molares tratado endodonticamente com preparos mesio-ocluso-distais, a fim de serem restaurados com peças indiretas CAD/CAM de cerâmica ou compósito. Buscaram investigar se a colocação de bases resinosas em margens subgengivais influencia na adaptação marginal e na resistência à fratura após estresse termomecânico; assim como se a escolha do material (cerâmica ou compósito) afeta o comportamento da fratura. Os

preparos foram executados em 48 molares inferiores humanos, cuja caixa proximal distal estava localizada 2mm abaixo da junção cimento-esmalte (JEC), e a caixa mesial, 1mm acima da JEC. Os dentes foram divididos em quatro grupos: G1 (caixa distal elevada até nível JEC+ restauração em Feldspática- Vita Mark II, CER) PBE-CER; G2 (caixa distal elevada até nível JEC+ restauração em resina nano-cerâmica-Lava Ultimate, LAV) PBE-LAV; G3 (caixa distal sem elevação + restauração Vita Mark II) CER; G4 (caixa distal sem elevação + restauração com Lava Ultimate). As réplicas foram obtidas antes e após o carregamento termomecânico (TML; 1,2 Mio ciclos; 49 N; 3.000 termociclos entre 50°C e 5°C). Seguindo TML, a carga foi aplicada até a falha. A análise da fratura foi realizada em estereomicroscópio ($\times 16$). A qualidade marginal antes e depois da TML (restauração dentária, restauração composta) foi avaliada por meio de microscopia eletrônica de varredura ($\times 200$). Os espécimes restaurados com onlays de cerâmica exibiram fraturas que se restringiram principalmente à restauração, enquanto, nos dentes restaurados com onlays de compósitos, a porcentagem de falhas catastróficas (fraturas além do nível ósseo) aumentou. A PBE não influencia negativamente a integridade marginal ou o comportamento de fratura de molares inferiores endodonticamente tratados restaurados com peças cerâmicas feldspática. Em particular, as peças em compósitos fabricados em CAD / CAM sem PBE são mais favoráveis em termos de qualidade marginal e resistência à fratura do que as restaurações cerâmicas.

Poggio et al.⁵³ em 2013, avaliaram a microinfiltração em restaurações profundas classe II (6mm de profundidade), com término abaixo da junção cimento-esmalte, restauradas com diferentes técnicas. Em 50 molares humanos extraídos foram realizadas duas cavidades classe II, na superfície medial e distal, que foram distribuídos em 5 grupos: Grupo 1: Filtek TM Supreme XTE Flowable (3MESPE) (1mm de espessura) + Universal Filtek Supreme XTE (3MESPE); Grupo 2: GrandioSO Heavy Flow (Voco) (1mm de espessura) + GrandioSo (Voco); Grupo 3: SDR TM (Dentsply Caulk) (4mm de espessura) + Esthet-X® HD (Dentsply Caulk); Grupo 4: SonicFill (Kerr) (4mm de espessura por camada); Grupo 5: Grandio (Voco). Após 1500 ciclos de termociclagem, os corpos de prova foram imersos em solução de fucsina básica a 0,5% e incubados a 37°C por 24 horas. Os dentes foram posteriormente seccionados mesiodistalmente. Todos os espécimes foram examinados a 25x em um estereomicroscópio e imagens digitais padronizadas foram obtidas. A penetração do corante foi medida nas margens gengivais. Os resultados

não demonstraram diferenças significativas de microinfiltração entre o Grupo 4 e o Grupo 5, ambos apresentaram frequência de distribuição significativamente maior do Escore 0 (sem penetração do corante). O Grupo 2 e o Grupo 3 apresentaram uma prevalência significativa do Escore 1 (penetração do corante limitada ao esmalte), enquanto o Grupo 1 apresentou uma frequência significativamente maior do Escore 2 (penetração do corante além da junção dentina-esmalte). Nenhuma das técnicas restauradoras testadas eliminou completamente a penetração do corante microinfiltrado nas margens da dentina, entretanto o uso do SonicFill apresentou resultados benéficos para a não microinfiltração.

3.2 Materiais Reabilitadores CAD / CAM Polímeros e Cerâmicos

Spitznagel et al.⁵⁴ realizaram uma revisão de literatura em 2018 a fim de enfatizar a evolução dos materiais cerâmicos CAD / CAM, assim como suas respectivas propriedades. As aplicações CAD / CAM oferecem um processo de fabricação padronizado, resultando em um fluxo de trabalho confiável, previsível e econômico para restaurações individuais e complexas. Os scanners intraorais tornaram-se significativamente melhores, mais rápidos e menores, com superfícies de software de design mais intuitivas. Este ambiente virtual com desenho em tela e produção assistida por computador com prototipagem rápida, como fresagem ou a opção crescente de possibilidades de impressão tridimensional, permite a fabricação de várias restaurações sem quaisquer modelos físicos. As principais vantagens para o fluxo de trabalho digital sobre a técnica de impressão convencional são as preferências do paciente, bem como o excelente ajuste marginal e interno da prótese fixa. Devido à aplicação de *blanks* e blocos industriais homogêneos, menos falhas de material podem ocorrer durante a fabricação e aplicação clínica. Em comparação com materiais construídos à mão, os blocos CAD / CAM revelam uma menor presença de falhas e poros, resultando em maior confiabilidade. As primeiras cerâmicas feldspáticas de estrutura fina CAD / CAM (VITA Mark II; VITA-Zahnfabrik) evoluíram de cerâmicas feldspáticas tradicionais e ainda estão em aplicação clínica. O material apresenta baixa resistência característica (teste biaxial com geometria de placa σ_0 , 118,65 MPa). O módulo de Weibull desta vitrocerâmica CAD / CAM, como uma medida de dispersão de dados e confiabilidade do material, é alto ($m = 19,9$). Cerâmica de vidro reforçada com leucita, também conhecida como Empress CAD

(Ivoclar-Vivadent). É uma cerâmica bem estabelecida, derivada das primeiras gerações de blocos CAD / CAM contendo cristais de leucita até 40% incorporados em uma vitrocerâmica feldspática. Cerâmica de dissilicato de lítio: Resistência significativamente maior foi alcançada com uma vitrocerâmica pela precipitação (nucleação e crescimento controlados) de cristais de dissilicato de lítio. A cerâmica de dissilicato de lítio (LDS) revela partículas em forma de agulha (0,5 a 4 μm) com diferentes orientações e tem a maior resistência em cerâmicas de vidro, aproximadamente 3 a 4 vezes mais. Após a sinterização, o LDS CAD / CAM obtém sua resistência à flexão final de 530 MPa de acordo com o fabricante. Resina-Matriz-Cerâmica: As cerâmicas de matriz de resina (RMCs) formam um novo grupo de materiais restauradores de cerâmica CAD / CAM, que foram desenvolvidos para combinar as vantagens positivas dos polímeros, que não são quebradiços, com as cerâmicas que resultam em uma estética superior. Com base em sua microestrutura e modo de polimerização industrial, os RMCs podem ser subdivididos em 1) compósitos à base de resina polimerizada de alta temperatura (RBCs; CAD / CAM) com enchimentos dispersos e uma fase predominantemente orgânica e 2) polímero de alta temperatura / alta pressão - materiais de rede de cerâmica infiltrada (PICN) com uma fase predominantemente inorgânica. Lava Ultimate (LU) foi lançado como um bloco CAD / CAM maquinável (3M-ESPE) em 2011. É baseado no composto de resina polimerizável Filtek Supreme Ultra (3M) e contém sílica coloidal nanométrica dispersa e partículas esféricas de ZrO_2 em aglomerado e forma não aglomerada (80% em peso, 65% vol) incorporada em uma resina de dimetacrilato. LU exibe uma razão cerâmica / polímero de 80% / 20% em peso. Tem uma resistência à flexão de 200 MPa e um módulo de elasticidade semelhante à dentina de 12 GPa. Os materiais mostraram uma resistência característica comparativamente baixa (σ_0 : 300,64 MPa). O módulo de Weibull é ~ 10 . O módulo de Young para LU é muito menor quando comparado com VITA Enamic. Cerasmart (GC-Corp), Shofu Block HC (Shofu-Inc.) e Brilliant Crios (Coltene) são novos RBCs com uma rede cerâmica homogênea e uniformemente distribuída. Resistências à flexão de até 230 MPa foram relatadas. RBCs são indicados para laminados, inlays, onlays, coroas simples (SCs) e coroas de implantes (exceto LU). Para ligação de resina, RBCs devem ser pré-tratados por meio de abrasão de partículas de ar. Estudos recentes mostraram que este material (VITA Enamic; VITA-Zahnfabrik: VE) é composto de um PICN contendo dimetacrilato de uretano e polímeros reticulados de dimetacrilato de trietilenoglicol e uma rede de

estrutura de cerâmica feldspática porosa aberta (86% em peso, 75% vol). Ambas as redes se interpenetram para combinar as características positivas das cerâmicas e dos compósitos. A caracterização da microestrutura confirmou que o PICN é amorfo (ambas as fases) sem evidências de cristalização. Com um módulo E de ~ 30 GPa, VE exibe propriedades entre o esmalte e a dentina. O módulo de Young de VE é aproximadamente 3 vezes maior quando comparado com LU. A fase inorgânica interpenetrante contínua é responsável pelo enrijecimento do material VE. Segundo dados do fabricante, o material possui resistência à flexão de 160 MPa. Devido à estrutura de rede dupla, a propagação de trincas é mitigada pela rede de polímero interligado. O VE pode ser usado para todos os tipos de restaurações unitária e implante-coroa. No início da década de 1990, a tecnologia CAD / CAM tornou a zircônia amplamente disponível na odontologia. O material, caracterizado por uma densa homogeneidade monocristalina, possui baixa condutividade térmica, baixo potencial de corrosão e boa radiopacidade. Devido a um fenômeno denominado “tenacificação por transformação”, a zircônia revela valores de resistência à flexão insuperáveis (900 a 1.200 MPa) e uma alta tenacidade à fratura (9 a 10 MPa.m^{1/2}). Um estudo recente confirmou sua resistência característica muito alta (σ_0 : 1.303,21 MPa) e módulo de Weibull (~ 12,30). A zircônia, especificamente o policristal de zircônia estabilizada com ítria (Y-TZP), foi desenvolvida como um material de núcleo para eliminar a fratura em massa de restaurações. Técnicas de recobrimento CAD / CAM: Os sistemas CAD / CAM avançados agora são capazes de projetar e fabricar núcleo monolítico e camadas de laminado separadas que podem ser unidas com adesivos ou métodos de sinterização. Zircônia Monolítica: Restaurações monolíticas de zircônia refinadas com envidraçamento superficial são cada vez mais usadas. Sobre as taxas de sobrevida de peças CAD / CAM, peças a base de cerâmica vítrea reforçada por leucita, dados de longo prazo estão disponíveis apenas para restaurações minimamente invasivas, com sobrevida de 95% após 5 anos, cujo fator predominante foi a vitalidade dental, em que fraturas ocorreram mais em dentes não vitais. Coroas em dissilicato de lítio mostraram altas taxas de sobrevivência clínica de 100% após 2 anos, 83,5% após 10 anos. Sobre os materiais híbridos, dados preliminares sobre restaurações de cobertura parcial LU (PCRs) revelaram uma taxa de sobrevivência de 85,7% após 2 anos. Foram observadas duas fraturas dentárias (4,8%) e 3 descolamentos (7,1%). O sucesso clínico de longo prazo das restaurações de vitrocerâmica fabricadas em CAD / CAM é comprovado. As

cerâmicas de vidro LDS monolíticas CAD / CAM de alta resistência revelam altos níveis de sobrevivência a longo prazo para coroas e FDPs. Os dados clínicos preliminares em restaurações PICN minimamente invasivas, bem como SCs parecem promissores. Nenhuma evidência clínica está disponível no LSP. Dados clínicos de longo prazo sobre a abordagem de tratamento com zircônia monolítica ainda precisam ser aguardados. Pesquisas substanciais sobre o desempenho clínico de restaurações CAD / CAM de zircônia translúcidas são necessárias.

Em uma revisão de literatura realizada por Bajraktarova-Valjakova, em 2018 ⁵⁵, foram levantadas as características e então classificação dos materiais indiretos. Embora coroas de metal-cerâmica sejam ainda consideradas como padrão ouro em relação à longevidade, as melhorias qualitativas proporcionaram aos materiais cerâmicos muitas vantagens como excelentes, com propriedades ópticas favoráveis (translucidez e opalescência), estabilidade cromática, biocompatibilidade, inércia química e baixa condutibilidade térmica, de acordo com sua composição, adquire excelentes propriedades mecânicas, como alta resistência à flexão e tenacidade à fratura, bem como resistência ao desgaste e baixas propriedades abrasivas. Tais vantagens permitem a confecção de peças não apenas para cobertura total, como também para facetas, inlays, onlays, coroas e pinos. A cerâmica de dissilicato de lítio pode ser usada para a produção de prótese fixa de 3 elementos (na região anterior e pré-molar), enquanto as próteses fixas múltiplas podem ser feitas apenas por zircônia estabilizada. Materiais cerâmicos com matriz de resina em seu interior são especialmente indicados para a confecção de coroas sobre implantes ou restaurações dentárias em regiões de geração de alta tensão mastigatória. Com base na fase ou fases presentes na composição química dos materiais, pode-se categorizá-los em três grupos: (1) cerâmica de matriz de vidro, (2) cerâmica policristalina e (3) cerâmica de matriz de resina, dependendo da fase / fases presentes em sua composição química. Dentro do grupo das cerâmicas com matriz vítrea, encontram-se as cerâmicas feldspáticas, cujas bases são de feldspato, compostos por quantidade significativa de feldspato (KAlSi_3O_8), quartzo (SiO_2) e caulim ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). A cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) é composta por aproximadamente 70% vol de fase cristalina incorporada na matriz vítrea. No processo de produção, a cerâmica é fundida em lingotes de vidro transparente que contém ortossilicato de lítio. O processo de cristalização parcial que se segue leva à formação de 40% de cristais de metassilicato de lítio em forma de plaquetas (com

tamanho médio de 0,2-1,0 μm), Li_2SiO_3 , embutidos em uma fase vítrea. É a chamada fase cristalina intermediária ou estado 'azul', com resistência à flexão de 130 ± 30 MPa, na qual os blocos podem ser facilmente fresados em unidade CAD / CAM. Restaurações fresadas são revenidas a 850°C e eventualmente cristais de dissilicato de lítio - $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ são formados, que conferem à restauração fresada a cor final e resistência à flexão de 360 ± 60 MPa. Cristais de dissilicato de lítio alongados de granulação fina, orientados aleatoriamente, densamente distribuídos, 1,5 μm de comprimento, espalhados com irregularidades rasas. As cerâmicas de matriz de resina de modo geral consistem em uma matriz orgânica altamente preenchida com partículas de cerâmica. Todos os híbridos têm um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina e um módulo de resiliência significativamente maior do que os baseados em feldspato e cerâmicas de vidro, portanto, tensões significativamente maiores podem ser absorvidas sem deformação permanente ou falha. Por isso os híbridos são os materiais mais recomendados para a confecção de coroas sobre implantes, onde o ligamento periodontal (tecido que atua como amortecedor) já está perdido. Em suma, restaurações de cerâmica pura não são recomendadas em pacientes com insuficiente estrutura dentária remanescente (coroas clínicas curtas), preparos subgengivais (principalmente para cimentação adesiva), higiene oral inadequada e pacientes com diagnóstico de parafunção, em particular os bruxistas.

Sulaiman⁵⁶, em uma revisão de literatura realizada em 2019, investigou sobre os materiais disponíveis manufaturados por computador (CAD / CAM), suas propriedades e relacioná-los aos demais materiais confeccionados convencionalmente. Materiais a base de compósito apresentam vantagens em relação à técnica direta convencional, como homogeneidade de composição, aprimoramento e estabilização de suas propriedades mecânicas, independentemente de fotopolimerização, tornando-os isentos da problemática de contração de polimerização. Trouxe em sua revisão aspectos gerais dos materiais, como: Cerec Bloc: Composição: Silica (64%) e óxido de alumínio (23%); Resistência flexural MPa: 154 ± 15 ; Módulo de elasticidade: 45 GPa; Carga de fratura 2281 N; Redução Oclusal: 2.00; Circunferencia: 1-1,5mm. IPS. e.max CAD: Silica (80%), oxide de litium (19%) and oxido de potassio (13%); Resistencia flexural: 360 ± 60 ; Módulo de elasticidade 95GPa, Resistencia Biaxial: 295Mpa; Carga de fratura: 2494N; Redução oclusal: 1,5mm; Redução axial/circunferencial: 1,5mm. Grandio Bloc: 86% preenchimento nanohíbrido; Resistencia flexural: 208MPa; Módulo de elasticidade: 11,10 GPa; Resistência biaxial:

333 MPA; Sorção de água ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$): 16,90; Solubilidade em água ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$): 2,70; Carga de fratura: 2000N; Redução oclusa: 1,5mm; Redução circunferencial: 1,5mm.

Em 2020, Albelasy et al.⁵⁷ realizaram uma revisão sistemática que foram incluídos todos os estudos de laboratório, publicados entre setembro de 2009 e outubro de 2019. Para todos os estudos incluídos, a resistência à fratura e / ou à fadiga das facetas oclusais foi avaliada. A questão de pesquisa foi: a resistência à fratura de facetas oclusais minimamente invasivas é influenciada pela variação na espessura, seleção de material e envelhecimento termomecânico? Foram excluídos os estudos laboratoriais que utilizaram dentes tratados endodonticamente, restaurações tipo coroas, onlay ou inlay e as suportadas por implantes, e estudos que não utilizaram dentes humanos. Facetas oclusais foram propostas como um substituto para onlays e coroas de cobertura total no tratamento de defeitos erosivos / abrasivos extensos, o que torna uma abordagem muito mais conservadora. Dentre os materiais avaliados, suas espessuras variaram de 0,3-1,5mm. Após análise dos estudos, foi possível salientar que a resistência à fratura de restaurações de cerâmica pura é afetada por vários fatores como a microestrutura interna, a técnica de fabricação, tipo de preparo e o método de cimentação. Os resultados desta revisão sistemática mostraram que facetas oclusais de vitrocerâmica com espessura de 0,7–1,0mm alcançaram valores de resistência que excedem os valores mínimos de resistência à fratura recomendados para restaurações posteriores, que variam de 500 a 700N. Para o dissilicato de lítio, observou-se que facetas oclusais 1,0mm demonstraram valores de resistência à fratura não diferentes das coroas de cobertura total. No entanto, quando a espessura da vitrocerâmica de dissilicato de lítio diminuiu para 0,5mm, os valores de resistência à fratura foram significativamente inferiores às metalo-cerâmicas. Esta redução foi obtida quando a restauração foi cimentada sobre a dentina, fato que pode ser explicado pela menor razão de incompatibilidade entre dissilicato de lítio e esmalte em comparação com dissilicato de lítio e dentina. Além disso, a uma espessura de 0,5mm de vitrocerâmica de dissilicato de lítio demonstrou trincas a 450N. Isso poderia indicar que essa espessura mínima não é ideal para restauração em pacientes com altas forças oclusais. No entanto, devido à natureza frágil da cerâmica de vidro, a adesão deve ser feita com cimento resinoso e a presença de um substrato de esmalte pode afetar favoravelmente a previsibilidade das restaurações cerâmicas. Vale evidenciar que o uso de primer autocondicionante em esmalte pode estar relacionado com surgimento de trincas após o envelhecimento de peças com espessura de 0,5–

0,8mm. Os estudos avaliados mostraram que um protocolo de união confiável pode melhorar o desempenho mecânico de restaurações oclusais. Além disso, resistência à fratura significativamente maior para facetas oclusais de vitrocerâmica foi obtida quando o selamento dentinário imediato foi realizado, independentemente do protocolo de condicionamento pré-cimentação (total-etch ou self-etch). Isso poderia ser explicado com base no fato de que a dentina recém-exposta sem contaminação por cimento temporário ou material de moldagem/escaneamento pode representar o substrato mais favorável para a colagem, e o selamento da dentina precisa ser desenvolvida sem o efeito das tensões oclusais da colocação da restauração. Ao contrário da cerâmica de vidro, cerâmica infiltrada com polímero e blocos de resina composta foram usados com sucesso em uma espessura de 0,5mm e até 0,3mm. Em um dos estudos avaliados, provou-se que a resina composta CAD / CAM com uma espessura de 0,3, 0,6 e 1,0mm apresentou valores de resistência à fratura acima das forças mastigatórias humanas alcançáveis. No entanto, os resultados deste estudo devem ser avaliados cuidadosamente considerando que a ciclagem térmica e carregamento dinâmico não foram realizados, o que os torna menos relevantes clinicamente. Tensões termomecânicas ocorrem na interface adesiva devido a variações no coeficiente de expansão térmica de diferentes materiais dentários que podem afetar suas propriedades mecânicas. Os espécimes que falharam durante a fadiga termomecânica feitos com materiais poliméricos (cerâmica infiltrada com polímero e PMMA) foram capazes de sobreviver a mais ciclos mastigatórios quando comparados com a vitrocerâmica e a vitrocerâmica contendo zircônia. Em outros 2 estudos que avaliaram a resistência à fadiga de facetas oclusais, a resina composta CAD/CAM apresentou maior resistência à fadiga em comparação com a vitrocerâmica. Isso pode ser atribuído ao fato de que a falha induzida por tensões é mais sensível à relação do módulo de elasticidade entre a restauração, o agente de cimentação e a dentina do que a resistência à flexão uniaxial do material e a espessura da restauração. De modo geral, as facetas oclusais podem representar uma opção de tratamento confiável para pacientes com desgaste dentário extenso. A vitrocerâmica de dissilicato de lítio mostrou resultados mais favoráveis em termos de resistência à fratura na espessura de 0,7-1,0mm. A presença de um substrato de esmalte, além do uso do protocolo de ligação de condiciona-e-lava, pode afetar favoravelmente o comportamento mecânico da cerâmica de vidro dissilicato de lítio. Cerâmicas infiltradas com polímero e nano-cerâmicas de resina podem ser usadas com sucesso

com uma espessura de menos de 1,0mm. Isso poderia ser uma opção de tratamento conservador para pacientes com desgaste dentário extremo, com necessidade de aumentar a dimensão vertical da oclusão sem sacrificar a estrutura dentária sadia.

Em 2010, Magne et al.⁷ avaliaram e compararam a resistência à fadiga de facetas oclusais posteriores em resina composta e em cerâmica do sistema CAD / CAM. Trinta molares extraídos receberam uma preparação dentária não retentiva padronizada (simulando erosão oclusal avançada), incluindo a remoção do esmalte oclusal, exposição da dentina e selamento imediato da dentina (Optibond FL). Todos os dentes foram restaurados com uma lâmina oclusal de 1,2mm de espessura nos materiais: cerâmica reforçada com leucita e dissilicato de lítio (IPS Empress CAD e IPS e.max CAD, respectivamente) e uma resina composta (Paradigm MZ100). As superfícies internas das restaurações de cerâmica foram condicionadas por condicionamento ácido fluorídrico e silano. A abrasão por jateamento partículas e silano foram usados para condicionar as restaurações de resina composta. Todas as restaurações foram cimentadas com resina composta pré-aquecida a 68°C e submetidas a carregamento isométrico cíclico a 5 Hz, iniciando com carga de 200N (x5000 ciclos), seguido de carregamento gradativo de 400, 600, 800, 1000, 1200 e 1400N em um máximo de 30.000 ciclos cada. O número de ciclos para a falha inicial (primeiras rachaduras) foi registrado. As amostras foram carregadas por no máximo de 185.000 ciclos. O IPS Empress CAD falhou com uma carga média de 900N, sem que o espécime suportasse todos os 185.000 ciclos de carga (sobrevivência 0%), enquanto IPS e.max CAD e Paradigm MZ100 demonstraram taxas de sobrevivência de 30% e 100%, respectivamente. Nenhum dos espécimes exibiu falha catastrófica, mas apenas rachaduras limitadas ao material restaurador. Apesar das altas cargas utilizadas no presente estudo e das fissuras em “mosaico” observadas, nenhum dos fragmentos fraturados se separou do dente, o que demonstrou a resistência à fadiga da união dentinária. As facetas oclusais posteriores feitas de resina composta (Paradigm MZ100) apresentaram resistência à fadiga significativamente maior ($p<0,002$) em comparação com IPS Empress CAD e IPS e.max CAD.

Em 2013, Ma et al.⁵⁸, realizaram um estudo a fim de testar a hipótese de que a onlay oclusal de vitrocerâmica de dissilicato de lítio monolítico pode exibir uma capacidade de carga que se aproxima da zircônia monolítica, devido a uma menor incompatibilidade do módulo de elasticidade entre o dissilicato de lítio e sua estrutura dentária de suporte em relação à zircônia. Foram consideradas onlays

oclusais de cerâmica (IPS e.max Press e 3Y-TZP) de várias espessuras (0,2-2,0mm) cimentados (Variolink II) no esmalte (1,55mm de espessura a 0,0mm) ou dentina (4,0-3,75mm de espessura correspondente). A carga oclusal foi aplicada através de um indentador deformável tipo esmalte ou um indentador rígido de controle. A tensão de tração flexural na superfície de entalhe de cerâmica (cimentação) - uma causa de fratura em massa de onlays oclusais - foi rigorosamente analisada usando a análise de elementos finitos e a teoria clássica de placa na fundação. Quando colado ao esmalte (suportado pela dentina), a capacidade de carga do dissilicato de lítio pode se aproximar de 75% da zircônia, apesar da resistência à flexão do dissilicato de lítio (400MPa) ser de apenas 40% da zircônia (1000MPa). Quando colado à dentina (com o esmalte completamente removido), a capacidade de suporte de carga do dissilicato de lítio é de cerca de 57% da zircônia, ainda significativamente maior do que o valor previsto com base em sua resistência. Ambas as cerâmicas apresentam capacidade de carga ligeiramente maior quando carregadas com um penetrador deformável (esmalte, vitrocerâmica ou porcelana) em vez de um penetrador rígido. Pode-se concluir que a resistência à fratura em massa de onlays oclusais de cerâmica é governada por sua resistência à flexão, bem como pela incompatibilidade do módulo de elasticidade entre a cerâmica e o suporte dentário. Uma incompatibilidade menor no módulo de elasticidade pode aumentar significativamente a capacidade de suporte de carga das restaurações de cerâmica, embora o efeito da incompatibilidade do módulo de elasticidade na carga de fratura seja secundário (logaritmo à base 10) em comparação com a resistência da cerâmica. Quando suportado por esmalte, a propriedade de suporte de carga de onlays oclusais de dissilicato de lítio minimamente invasivos (0,6-1,4mm de espessura) pode exceder 70% da zircônia. Além disso, a propriedade de carga do onlay de dissilicato de lítio torna-se menos sensível à sua espessura quando apoiado em esmalte, significando seu grande potencial para aplicações em odontologia minimamente invasiva.

Em 2014, Chen et al.⁵⁹ realizaram um estudo a fim de investigar a influência da espessura na resistência à fratura de uma resina nano cerâmica (RNC- Lava Ultimate), e da cerâmica IPS e.max CAD, em um modelo onlay tri-layer simplificado. Além disso, foi também avaliado o efeito de dois tratamentos prévios às cimentações adesivas na resistência à fratura. Os resultados foram racionalizados com Análise de Elementos Finitos. Os grupos foram subdivididos de acordo com o material e tratamento: Grupo L: Lava™ Ultimate cimentados em sub-estruturas epoxídicas polidas; Grupo LS: Lava

Ultimate com a superfície da peça e do disco epóxico jateados previamente à cimentação; Grupo ES: IPS e.max CAD também com superfície da cerâmica e da epóxi jateada previamente à cimentação. Para aquisição das amostras, preconizou-se uso de discos com 10mm de diâmetro, tanto para os discos indiretos como também para os discos em epóxi, cuja base tem a função de simular o substrato dentinário. As espessuras das peças variaram de 0,5mm, 1,0mm, 1,5mm, 2,0mm e 3,0mm e foram cimentados nos discos de suporte epóxi correspondentes, atingindo uma espessura final de 3,5mm. Para a cimentação, utilizou-se o cimento Panavia F 2.0, em que as peças foram tratadas segundo recomendação do fabricante e as bases de epóxi foram condicionadas com ácido fosfórico a 40%, seguido de jato de ar e aplicação por 10 segundos do Clearfil™ SE bond primer. Após a interposição dos disco, durante a cura, foi aplicado na amostra uma carga de 50N, seguida da fotopolimerização em cinco direções, para cada direção, 30 segundos. Todas as 120 amostras foram carregadas com uma máquina de teste universal a uma velocidade de 1mm/min, sobre um anel de aço com um diâmetro interno de 6,5mm, um diâmetro externo de 10mm e uma espessura de 1,5mm, imitando a câmara pulpar. Os resultados dos discos restauradores de 0,5mm foram ainda mais utilizados na análise de elementos finitos (FEA) para cada grupo, para a análise da distribuição das tensões. A carga (N) na falha foi registrada como resistência à fratura. Para a mesma espessura dos discos de teste, a resistência à fratura do grupo L sempre foi significativamente menor do que os outros dois grupos. Os discos de 0,5mm no Grupo L resultaram no valor mais baixo de 1028N. Não houve diferença significativa entre o Grupo LS e o Grupo ES quando a espessura da restauração variou entre 1,0mm e 2,0mm. Dentro da limitação deste estudo, pode-se concluir que havia uma relação linear entre a espessura da restauração e a resistência à fratura para IPS e.max CAD, mas não para o Lava Ultimate CAD / CAM. Quando se aplica restauração ultrafina, tal com uma espessura de 0,5 mm, recomenda-se o material Lava Ultimate CAD / CAM. Quando Lava Ultimate CAD / CAM é usado, o tratamento de jateamento da superfície é sugerido para obter uma melhor adesão.

Carvalho et al.⁶⁰ em 2014, avaliaram a resistência à fadiga, resistência à fratura, modo de falha e desgaste antagônico de coroas totais em CAD/CAM feitas de blocos nanocerâmicos de resina (RNC), vitrocerâmica feldspática (FEL) e dissilicato de lítio (LD), uma vez que o tipo de material pode afetar a longevidade dessas restaurações. Quarenta e cinco molares foram preparados para coroa total com espessura de 1,5mm

no sulco central, máximo de 2,0mm na cúspide, os quais foram divididos de acordo com o material restaurador a ser cimentado: Vitablocs Mark II; Vita Zahnfabrik (grupo FEL); IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent AG (grupo LD); e os Lava Ultimate; 3M ESPE (grupo RNC). Cimento resinoso dual autoadesivo (RelyX Unicem 2 Automix; 3M ESPE) foi utilizado em todos os grupos. Após a cimentação, as restaurações foram submetidas a carregamento isométrico cíclico: 200 ($\times$ 5000), 400, 600, 800, 1000, 1200 e 1400N com um máximo de 30.000 ciclos cada. Os espécimes sobreviventes foram carregados axialmente até a falha ou até uma carga máxima de 4500N. Os espécimes foram analisados quanto ao modo de falha: catastrófico, possivelmente reparável e reparável. Durante o teste de fadiga, os espécimes de FEL começaram a falhar na etapa 1000N. Apenas um corpo de prova FEL sobreviveu a todos os 185.000 ciclos de carga, mas várias rachaduras eram visíveis na superfície da restauração. O mesmo espécime fraturou a 2500 N no teste de carga até a falha. As coroas LD e RNC que sobreviveram ao teste de fadiga não apresentaram evidências de fraturas e/ou trincas. Os grupos LD (93,3%) e RNC (80%) demonstraram uma taxa de sobrevivência significativamente maior após o teste de fadiga do que o grupo FEL (6,6%) ($p < 0,001$). A sobrevivência dos molares restaurados com LD e RNC não foi significativamente diferente ($P = 0,28$). As cargas médias de falha pós-fadiga foram de 3237 N para LD (14 espécimes) e 3122 N para RNC (12 espécimes). Após o teste de fadiga, as coroas RNC demonstraram menor desgaste na esfera antagonista do que as coroas LD ou FEL. Os tipos de falhas após o teste de ressonância à fratura, o LD apresentou mais fraturas não reparáveis, seguido do RNC e FEL. Principalmente com pacientes com carga elevada, é mais provável que LD ou RNC sobrevivam. O FEL pode ser usado em tal situação, mas exigiria cimentação adesiva para complementar sua resistência inferior. Os autores puderam concluir que as coroas CAD/CAM cimentadas com um processo simplificado e confeccionadas de RNC ou LD apresentaram resistência à fadiga significativamente maior do que aquelas feitas de FEL. Todos os materiais sobreviveram além da faixa normal de forças mastigatórias, e todas as falhas durante a fadiga foram possivelmente restauráveis (exceto no teste de carga para falha). O novo RNC apresenta grandes vantagens clínicas e práticas em comparação com LD (menor desgaste do antagonista, menor tempo de fresagem e maior conservação de brocas para fresagem, polibilidade, simplicidade de inserção e reparabilidade).

Awada e Nathanson⁶¹, em 2014, realizaram um estudo que objetivou determinar e comparar a resistência à flexão, módulo de flexão, módulo de resiliência e a integridade da margem de 6 blocos de CAD/CAM. Foram testados materiais restauradores diferentes com indicações clínicas semelhantes: Vitablocs Mark II (VM2), IPS Empress CAD (EMP), Enamic (ENA), Bloco Paradigma MZ100 (MZ1), Lava Ultimate Restorative (LVU) e Cerasmart (CES). O teste mecânico foi conduzido no modo de flexão usando o teste de flexão de 3 pontos. Na segunda parte do estudo, os corpos de prova foram preparados para uma análise visual qualitativa da continuidade da integridade de borda das bordas das coroas fresadas de cada um dos materiais. O preparo foi realizado com designer de coroa com cobertura total e o acabamento das margens foi definida em forma de chanfro. Em geral, os materiais à base de polímeros tiveram um desempenho melhor em testes de flexão do que os materiais cerâmicos. Isso ficou evidente por meio da resistência à flexão relativamente alta combinada com um módulo de flexão relativamente baixo que esses materiais à base de polímero exibiram durante o teste, com exceção de ENA. Essa combinação se traduz em uma maior capacidade de suportar cargas por meio de uma deformação mais elástica antes da falha. Esses materiais tendem a ser menos quebradiços e mais flexíveis, reduzindo sua fragilidade. Essas diferentes combinações de resistência à flexão e módulo de flexão podem ser traduzidas em um único módulo de medição de resiliência. Por definição, resiliência se refere à quantidade de energia elástica armazenada em uma unidade de volume de um material em seu limite elástico. Um material com um módulo de resiliência mais alto é capaz de absorver mais energia antes de se deformar e/ou falhar permanentemente. Embora as vantagens clínicas de um material restaurador resiliente possam parecer claras, um material restaurador resiliente pode ter efeitos indesejáveis. A deformação elástica repetida das margens de uma restauração resiliente pode levar à microinfiltração e subsequente falha da restauração nas margens, juntamente com cárie recorrente. Mediante a observação da rugosidade da borda da restauração, os materiais à base de polímeros exibiram bordas mais uniformes, que sugere uma maior probabilidade de obter fidelidade de fresamento em áreas de espessura possivelmente reduzida. Assim, podem ser capazes de produzir margens aceitáveis em preparos mais conservadoras. De modo geral, tanto a resistência à flexão média, módulo de flexão médio e o módulo médio de resiliência de CES e LVU foi significativamente maior do que a de outros materiais restauradores CAD / CAM cerâmico e polímero testados (ENA, VM2, MZ1 e EMP).

Sasse et al.⁶², em 2015, realizou um estudo in vitro que avaliou a influência da espessura da cerâmica e do tipo de superfície dentária aderida na resistência à fratura de facetas oclusais não retentivas de cerâmica de dissilicato de lítio cimentadas adesivamente. Setenta e dois molares extraídos foram divididos em três grupos de teste (N = 24) dependendo da localização do preparo oclusal do laminado: somente em esmalte, em esmalte e dentina ou em esmalte com restauração oclusal de resina composta substituindo o tecido dentinário exposto (espessura de 1,5mm de preenchimento com Tetric EvoCeran e sistema adesivo de três etapas, Optibond FL). Os preparos oclusais variaram: 0,3 a 0,6mm (fundo de sulco e cúspides, respectivamente); 0,5-0,8mm e 0,7-1,0mm para cada grupo. As lâminas foram condicionadas (5% HF), silanizadas e cimentadas com sistema adesivo cujo primer é autocondicionante e um cimento resinoso (Multilink Primer A / B e Multilink Automix). Após armazenamento de água a 37°C por 3 dias e ciclos térmicos de 7.500 ciclos a 5–55°C, os espécimes foram submetidos a carregamento dinâmico em um simulador de mastigação com 600.000 ciclos de carregamento a 10kg combinados com ciclos térmicos. Os espécimes não fraturados foram carregados até a fratura usando uma máquina de teste universal. Apenas os espécimes no grupo com a dimensão mais espessa (0,7mm na fissura, 1,0mm na cúspide) sobreviveram ao carregamento cíclico sem qualquer dano. As taxas de sobrevivência nos subgrupos restantes variaram de 50 a 100% para sobreviver com algum dano e de 12,5 a 75% para sobreviver sem nenhum dano. As medianas da resistência final à fratura variaram de 610 a 3390N. Em grupos com menor espessura de cerâmica, a cimentação à dentina ou compósito proporcionou maior resistência à fratura estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) do que a cimentação somente ao esmalte. Fato este se deve possivelmente devido o uso de primer autocondicionante em esmalte, o qual pode não ter garantido um adequado condicionamento do tecido. A espessura das facetas cerâmicas oclusais teve uma influência estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) na resistência à fratura. Os resultados do presente estudo apoiam o tratamento de facetas de desgastes oclusais ou dentes mal posicionados com facetas oclusais de cerâmica de dissilicato de lítio não retentivas, entretanto sugere-se que uma espessura mínima de 0,7-1,0mm deve ser respeitada quando um primer autocondicionante for usado para condicionar no substrato do dentário.

Andrade et al.⁶³, em 2018, avaliaram, in vitro, a influência de diferentes materiais CAD/CAM (IPS e.max CAD, Vita Enamic e Lava Ultimate) em diferentes

espessuras (0,6mm e 1,5mm) na resistência à fratura de facetas oclusais. Sessenta terceiros molares humanos foram preparados para simular a erosão avançada da superfície oclusal, e os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos experimentais ($n = 10$) de acordo com o material e a espessura utilizados na confecção das facetas. Dez dentes sadios formaram o grupo de controle. As lâminas foram cimentadas com cola e submetidas a carregamento cíclico mecânico (1 milhão de ciclos com carga de 200N). O teste de resistência à fratura foi realizado em máquina de ensaio universal. As falhas foram classificadas como “reparáveis” e “irreparáveis”. A maior resistência à fratura foi obtida para o IPS e.max CAD na espessura de 1,5mm (4995N) e foi significativamente maior em comparação com os outros grupos experimentais ($p < 0,05$). A menor resistência à fratura foi obtida para Vita Enamic a 0,6mm (2973N), embora essa resistência não fosse significativamente diferente daquelas para IPS e.max CAD a 0,6mm (3067 N), Lava Ultimate a 0,6mm (3384N), Vita Enamic a 1,5mm (3540N) e Lava Ultimate a 1,5mm (3584N) ($p > 0,05$). Os grupos experimentais não diferiram significativamente dos dentes sadios (3991N) ($p > 0,05$). As falhas eram predominantemente reparáveis. Não houve diferença significativa na resistência à fratura de facetas de 0,6mm e 1,5mm de espessura feito de Lava Ultimate e Vita Enamic. Para IPS e.max CAD, a resistência à fratura foi significativamente maior com uma espessura de 1,5mm em comparação com uma espessura de 0,6mm. Facetas oclusais ultrafinas (0,6mm) parecem ser um procedimento restaurador promissor em dentes posteriores erodidos.

Alamouch et al.⁶⁴ em 2018, realizaram um estudo que buscou avaliar o efeito da composição de blocos CAD/CAM em suas propriedades mecânicas. Foram testados nove blocos CAD/CAM diferentes, esmalte e dentina. Foram realizados testes de microdureza Vickers, nanodureza, porcentagem de massa de conteúdo inorgânico e análise em microscopia eletrônica de varredura. Os materiais testados foram: blocos CAD/CAM de resina composta/nanocerâmicos (Lava Ultimate, Shofu, Cerasmart, Brilliant Crios e Grandio Blocs); rede cerâmica infiltrada com polímero (PICN; Vita Enamic); PEEK puro (Ceramill PEEK); PEEK preenchido com cerâmica (Dentokeep); e bloco cerâmico feldspático (Vitablocs Mark II). A cerâmica Vita Mark II apresentou valores significativamente maiores de dureza (em nano e microescala- 502 kg/mm²) e módulo de elasticidade de (47,7GPa), o que o torna um material muito duro e rígido, podendo ser considerado uma desvantagem em termos de usinabilidade e durabilidade. A dureza e os módulos de elasticidade são positivamente

correlacionados com a porcentagem de carga cerâmica e sua microestrutura, cuja porcentagem de carga desempenha um papel mais considerável nas propriedades mecânicas avaliadas. Entretanto, o PICN (EN) pode ser uma exceção, pois exibiu valores mais elevados de dureza e módulo de elasticidade ($203,1\text{Kg/mm}^2$ e $34,56\text{GPa}$) em comparação com outros blocos resinosos CAD/CAM. Tal característica pode ser atribuído à geometria microestrutural robusta do PICN, enquanto os demais são basicamente uma resina com cargas cerâmicas dispersas. De modo geral, os materiais a base de compósitos CAD/CAM têm dureza e módulos elásticos comparáveis à estrutura do dente, e combinam a boa resistência da cerâmica com uma dureza inferior do compósito.

Yazigi et al.⁶⁵ em 2018, avaliaram os efeitos do envelhecimento artificial em facetas oclusais de pré-molares em cerâmica vítrea (0,8mm de espessura), cimentadas adesivamente à dentina, cujas alterações causadas pelo envelhecimento artificial foram examinadas por meio da tomografia de coerência óptica de domínio espectral (SD-OCT). Além disso, foi examinado o desenvolvimento de fissuras nas facetas cerâmicas e sua possível influência no comportamento das restaurações cerâmicas. 48 primeiros pré-molares superiores intactos foram divididos aleatoriamente de acordo com o procedimento de selamento de dentina (sem selamento de dentina imediato (W); selamento de dentina imediato (I)) e protocolo de condicionamento (ataque total (T); ataque seletivo (S)): em seis grupos ($n = 8$) Todos foram preparados para facetas oclusais, as quais foram fresadas a partir de blocos cerâmicos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein). Todas as restaurações foram coladas com cimento resinoso (Variolink Esthetic DC, Ivoclar Vivadent). Os espécimes foram reproduzidos em imagem tridimensional e bidimensional por SD-OCT (Telesto II, Thorlabs GmbH, Alemanha) e, em seguida, submetidos a carregamento térmico-dinâmico em um simulador de mastigação com 1.200.000 ciclos com uma carga de 10kg. Os espécimes foram fotografados em 2D e 3D novamente após o envelhecimento artificial. Finalmente, eles foram submetidos a uma carga quase estática usando uma máquina de teste universal até que a falha ocorresse e posteriormente examinados microscopicamente para avaliar o modo de falha. Não foram observadas alterações ou irregularidades na camada de cimento ou substrato dentário após o processo de envelhecimento. Porém, durante o ensaio, foi observado desgaste da cerâmica na superfície de contato com o antagonista. O desenvolvimento de trincas foi detectado em 23% dos corpos-de-

prova. As fissuras não afetaram a resistência à fratura, mas influenciaram o modo de falha. Os tipos de falha predominantes (66%) foram os Modos (III) e (IV), que são de tipo catastrófico. O papel da dentina como substrato no enfraquecimento das restaurações cerâmicas pode ser explicado por seu módulo de elasticidade inferior.

3.3 Agentes de Cimentação

Morais et al.⁶⁶ em 2012, avaliaram o efeito do pré-aquecimento de cimentos duais na resistência de união de restaurações indiretas à dentina. Para isso superfícies oclusais de 40 terceiros molares humanos foram retificados, a fim de expor totalmente substrato dentinário. Os dentes foram divididos em 8 grupos ($n = 5$) de acordo com a temperatura (LA) (25°C ou 50°C), modo de cura (modo duplo ou autopolimerizável) e agente cimentante (Excite DSC / Variolink II [VII] e XP Bond / Calibra [Cal]). Para os grupos pré-aquecidos, os LAs foram aquecidos a 50°C, posteriormente misturados em uma superfície de agitador aquecida e aplicados sobre a superfície do material indireto previamente aquecido (disco de resina composta de 2mm de espessura- TPH Spectrum). Os discos foram cimentados sobre a dentina e ficaram armazenados em umidade relativa a 37°C por 7 dias. Os espécimes foram seccionados em forma de palitos de 1mm² e foram levados para o teste de microtração. Os grupos Cal mostraram mTBS semelhantes a 25°C e 50°C em todos os modos de ativação. O uso de alguns LAs, apenas com modo de polimerização dupla a 50°C pode melhorar os valores de resistência de união de restaurações indiretas à dentina.

Leprince et al.⁶⁷, em 2014, avaliaram as características físico-mecânicas de compósitos bulk fill. Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar-Vivadent), Venus Bulk Fill (Heraeus-Kulzer) (VenusBF), SDR (Dentsply), X-tra Fil (VOCO) (X-traF), X-tra Base (VOCO) (X-traB), Sonic Fill (Kerr) (SonicF), Filtek Bulk Fill (3M-Espe), Xenius (GC) foram comparados com dois materiais de referência: Resina composta convencional e uma resina composta de consistência fluida nanohíbrida. Os materiais foram fotopolimerizados por 40s em um molde de Teflon de 2mm x 2mm x 25mm. Foram avaliados: grau de conversão, módulo de elasticidade e a resistência à flexão, microdureza antes e após 24h de armazenamento em etanol e teor de peso de carga por análise termogramétrica. As propriedades mecânicas dos compósitos bulk fill

foram mais baixas em comparação com o material convencional de alta viscosidade e, na melhor das hipóteses, comparáveis ao compósito fluido convencional. Apenas dois materiais, X-traF e SonicF, contêm significativamente mais cargas do que GrandioFlow, e apenas o X-traF tem níveis de carga comparáveis a Grandio. Em relação ao grau de conversão, SonicFill e VenusBF foram significativamente maiores em relação à Grandio e GrandioF. O material Grandio apresenta o mais alto valor de módulo de elasticidade, 15,3GPa, seguido pelo X-traF (9,4GPa) e SonicF (8,6GPa). O valor mais alto de resistência à flexão foi obtido pelo material SoniF (140,3). Em relação à microdureza, apenas SonicF e X-traF competem com os valores de GrandioFlow

Tauböck et al.⁶⁸ em 2015, realizaram um estudo a fim de investigar a influência do pré-aquecimento de resinas compostas bulk fill de alta viscosidade em seu grau de conversão e na geração de tensão de contração durante a polimerização. Foram testados quatro compósitos: Tetric EvoCeram Bulk Fill- TECBF, x-tra fil- XF, QuixFil-QF, SonicFill- SF e um composto de resina nano-híbrida convencional (Tetric EvoCeram-TEC). Os materiais foram mantidos em temperatura ambiente ou foram pré-aquecidos a 68°C por meio de um dispositivo, antes de serem fotoativadas. Tensão de contração de amostras com 1,5mm de espessura foram analisadas por um analisador de tensão sob medida e registradas em tempo real por 15 minutos dentro de uma câmara com temperatura controlada a 25°C. O grau de conversão das amostras foi determinado pela base utilizando uma espectroscopia de infravermelho de Fourier. Puderam concluir que o pré-aquecimento dos compósitos aumentou significativamente o grau de conversão do material Tetric EvoCeram Bulk fill, mas não teve efeito na conversão dos outros materiais analisados. Para cada um dos materiais, o pré-aquecimento gerou tensão de contração mais baixa quando comparados com os que não sofreram aquecimento. O SonicFill atingiu o grau de conversão significativamente mais alto, independentemente da temperatura de pré-cura.

Misilli e Gonulol⁶⁹, em 2017 compararam o grau de sorção de água e solubilidade de compósitos bulk fills após fotopolimerização de três modos diferentes: padrão (1000mW/cm² - 20 segundos); alta potência (1400mW/cm² - 12 segundos) e potência extra (3200mW/cm²- 6 segundos). Realizou-se discos de cada material X-tra Fil- (Voco), Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent), and SonicFill (Kerr) e Filtek Z250 (3M ESPE), compósito microhíbrido como grupo controle, com diâmetro de 8mm e 4mm de profundidade. Para as amostras de resinas bulk fills, a inserção foi realizada

em uma etapa, enquanto o compósito convencional foi aplicado no molde em duas camadas de 2 mm de espessura. A primeira camada foi fotoativada uma vez por 10s no modo padrão, duas vezes por 4s no modo de alta potência e uma vez por 3s no modo extra potência; a segunda camada foi curada uma vez por 20s no modo de energia padrão, três vezes por 4s no modo de alta energia e duas vezes por 3s no modo de energia extra. Como resultado, o Filtek Z250 apresentou valores de sorção de água mais altos em todos os modos de cura quando comparado com os compósitos bulk fill. Em termos de solubilidade em água, o compósito Sonic Fill bulk fill apresentou o maior valor entre os grupos, independentemente do modo de fotopolimerização.

Gresnigt et al.⁷⁰, em 2017, investigaram sobre a influência do agente cimentante pré-aquecido na cimentação de facetas laminadas (0,3mm de espessura) em dissilicato de lítio (IPS e.max Press), as quais foram levadas ao teste de fadiga acelerada e resistência à fratura após envelhecimento termomecânico. Para isso, foram utilizados 40 incisivos centrais superiores, os quais foram preparados igualmente e divididos em quatro grupos, de acordo com o agente cimentante utilizado e tipo de teste: Grupo CEMF: cimento adesivo (Variolink Esthetic LC), teste de fadiga; Grupo CEMLF: Cimento adesivo, teste de resistência à fratura; Grupo COMF: resina composta (Enamel HFO), teste de fadiga; Grupo COMLF: resina composta, teste de resistência à fratura. Apenas as resinas compostas foram termoaquecidas a 40°C antes de serem inseridas na superfície cimentante. Os espécimes foram termomecanicamente envelhecidos (1.200.000 ciclos a 1,7Hz e 8.000 ciclos em água destilada de 5–55°C) e, em seguida, submetidos a fadiga acelerada (5 Hz, 25 N aumentando após cada 500 ciclos) ou resistência à fratura (1 mm/min). Para a etapa de cimentação, todas as peças foram tratadas com ácido fluorídrico, silano e adesivo universal (Adhese Universal, Ivoclar Vivadent), enquanto o esmalte foi condicionando com ácido fosfórico previamente, seguido pela aplicação de um adesivo universal. Todos os testes foram executados na borda incisal, correspondente à linha de cimentação. Após o envelhecimento termomecânico, a resistência à fratura foi maior nos grupos que utilizaram compósitos convencionais. No teste de fadiga acelerada, o envelhecimento mostrou de maneira predominante o lascamento e trincas quando utilizou agente de cimentação convencional (Variolink Esthetic) e apenas desgaste da superfície nos grupos que utilizaram de compósitos como agente de cimentação. A colagem de facetas laminadas de dissilicato de lítio usando um compósito de resina

restauradora pré-aquecido resultou em sobrevivência e resistência à fratura significativamente maiores.

Em 2018, Bakaus et al.⁷¹ realizaram um estudo bem interessante a respeito do uso de resina bulk fill no preenchimento do canal radicular, o qual recebeu a cimentação do pino de fibra de vidro previamente modelado em tal preenchimento. Ao comparar com outros materiais, observaram que resinas bulk fill podem ser uma alternativa de grande viabilidade no auxílio de preenchimento e reforço de canais radiculares de amplo calibre quando necessitam de uso de pinos de fibra de vidro. Valores de resistência de união de pinos de fibra sob diferentes estratégias trazem como resposta qual melhor alternativa para alcançar resultados de retenção e estabilidade do conjunto. Para isso, foram testados: resina bulk fill (Tetric®EvoFlow Bulk Fill), resina composta convencional fluida (Tetric N-Flow), ionômero de vidro (Ketac™ Fil Plus) e cimento autoadesivo (SpeedCEM). Como controle positivo, o grupo recebeu o alargamento do conduto radicular de maneira compatível com pinos de fibra 0,5, simulando adaptação perfeita do pino. No grupo de controle negativo, os canais foram mais alargados, a fim de promover espaço entre o pino e a parede interna do canal radicular, simulando assim uma desadaptação. Para ambos os grupos, pinos de número 0,5 foram cimentados convencionalmente. A fim de avaliar os demais materiais, os canais radiculares foram alargados e previamente à cimentação dos pinos (#0,5), os condutos receberam o preenchimento com os distintos materiais, (resina bulk fill, resina flow, ionômero de vidro e cimento dual autoadesivo), que, após serem inseridos, posicionou-se o pino de fibra lubrificado de maneira que ela atingisse todo o comprimento de trabalho, criando assim o espaço personalizado do pino no material de preenchimento. Assim, após a remoção do pino, os materiais foram fotoativados por completo. No segundo momento, os pinos foram então tratados e cimentados nos grupos correspondentes. A resistência de união do conjunto foi avaliada pelo teste push out (BS), e foram obtidas fatias correspondentes aos terços cervical, médio e apical. Dentre as técnicas de reforço radicular, o uso da resina convencional fluida e da resina bulk fill apresentaram os maiores valores de BS. No entanto, a resina bulk fill foi a única técnica que forneceu altos valores de BS em todos os terços do canal radicular, provavelmente por sua capacidade de permitir que mais luz passe pelo corpo do material, além de contém o tradicional sistema iniciador canforquinona / amina e o “iniciador booster” (ivocerina), que são capazes de polimerizar o material em locais profundos.

Lima et al.⁷², em 2018, concluíram que o pré-aquecimento de agentes cimentantes duais, foto e resina composta fluida, é capaz de interferir na sorção e solubilidade de água. A fim de investigar sobre a influência da espessura da cerâmica e do pré-aquecimento dos agentes cimentantes em suas propriedades físicas, foram testados RelyX ARC (RXA), RelyX Ultimate (RXU), RelyX Veneer (RXV) e Filtek Z350 Flow (FLK), em diferentes temperaturas (23°C ou 54°C). Os mesmos foram inseridos na matriz e fotoativados através de discos de cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max- Ivoclar) de diferentes espessuras (0,75 mm ou 1,5 mm). Os seguintes testes foram realizados (n = 8): grau de conversão, dureza Knoop, densidade de reticulação, sorção de água, solubilidade e resistência à tração final. A reticulação foi avaliada indiretamente pela redução percentual em KHN (% MHred) após armazenamento em etanol absoluto. Sobre o grau de conversão, as condições de temperatura e espessura da cerâmica não influenciaram, entretanto, o RXA apresentou o maior grau de conversão em relação aos outros materiais, seguido por RXV; RXU e FLK. Em relação à microdureza, a temperatura também não influenciou nos valores, entretanto, quando utilizou-se a cerâmica mais fina, obteve-se os maiores valores de dureza. Tanto para os testes de dureza Knoop e de densidade de reticulação, o RelyX Ultimate apresentou os valores mais altos, seguido por RelyX ARC, RelyX Veneer e Filtek Z350 Flow. Para o teste de resistência à tração, nem a temperatura e a espessura da cerâmica mostraram efeitos significantes, entretanto, entre os materiais, o RXA apresentou os maiores valores, seguindo de RXV, FLK e RXU. A menor temperatura (23°C) resultou em maiores valores de solubilidade ($p = 0,0257$) e sorção de água ($p = 0,0229$) e o RelyX Veneer apresentou os valores mais altos, seguido por RelyX ARC, RelyX Ultimate e Filtek Z350 Flow. Nas condições deste estudo e de acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir que o pré-aquecimento do agente cimentante a 54°C diminuiu a sorção de água e solubilidade dos materiais, enquanto a espessura da cerâmica afetou significativamente apenas o KHN superficial.

Goulard et al.⁷³ em 2018, ressaltaram que o pré-aquecimento de resina composta reduz a viscosidade do material e melhora os ajustes da restauração, embora não seja capaz de aumentar a resistência de união de peças indiretas de resina. Dez grupos foram formados a fim de avaliar 3 diferentes agentes de cimentação: um cimento resinoso (RelyX ARC) e duas resinas compostas (Venus e Z250 XT). As resinas compostas foram testadas tanto à temperatura ambiente quanto quando pré-aquecidas a 64°C. A profundidade da restauração foi testada usando

restaurações indiretas de resina composta de 2 ou 4 mm de altura. Após as cimentações, foram seccionados em forma de palito a fim de avaliar a resistência de união por meio do teste de microtração. Ao cimentar restaurações de 2 mm, a resina composta Z250 XT pré-aquecida ou em temperatura ambiente, alcançou μ TBS significativamente maior do que o RelyX ARC. Para as restaurações de 4 mm, apenas Vênus pré-aquecido apresentou μ TBS significativamente maior do que RelyX ARC. O pré-aquecimento da resina composta resultou em interfaces de cimentação mais finas, promovendo maior contato entre o agente de cimentação e a camada adesiva.

Em 2019, Tomaselli et al.⁷⁴ avaliaram a influência do pré-aquecimento de resinas como agente de cimentação na espessura da película de cimento, grau de conversão, estabilidade de cor e na resistência de adesiva frente às restaurações em cerâmica com diferentes espessuras. Dois compósitos experimentais foram preparados (Bis-GMA / UDMA / BisEMA / TEGDMA), com diferentes quantidades de carga (65% ou 50% em peso), simulando um compósito convencional e um fluido. O fluido (F) foi usado à temperatura ambiente e o convencional, à temperatura ambiente (C) ou pré-aquecido (CPH). Foram preparados discos de cerâmica (IPS e.max Press) com diferentes espessuras (0,4mm, 0,8mm, 1,5mm). Os CPH foram mantidos sempre em seringas a 60°C até o momento do uso. A espessura da película do cimento foi avaliada de acordo com a ISO 4049 (n=10), em que o mesmo volume de cimento é colocado entre duas placas de vidro (a 37°C), e então uma carga padrão de 150N é aplicada sobre a placa por 180s. Para o teste de microcisalhamento, sobre a superfície de 90 blocos de esmalte de incisivos bovinos, foram posicionados 3 cilindros do material cimentante a base de resina com espessura de 0,5mm, os quais foram juntamente fotopolimerizados através de discos de cerâmica interpostos com espessura correspondentes de cada grupo. E então, após 24h de armazenamento em estufa a 37°C, realizou-se o teste de microcisalhamento. Para o grau de conversão, 5 corpos de prova de cada grupo das resinas experimentais foram confeccionados com dimensões de 6mm de diâmetro e 1mm de espessura, os quais foram fotopolimerizadas através dos discos de cerâmicas interpostos. Para avaliar a alteração de cor, 10 corpos de prova de cada grupo foram confeccionados aderindo 0,05mL de cada resina na superfície da cerâmica previamente tratada. Com pressão de 150N, o a peça foi pressionada de encontro ao agente cimentante, que estava amparado por uma tira de poliéster. Após as medições iniciais da cor, todas as amostras foram envelhecidas por luz ultravioleta por 120 horas, simulando 10 anos

em condições clínicas. O grau de conversão do compósito escoável foi superior ao grau de conversão do compósito convencional (pré-aquecido ou não). Entretanto, o pré-aquecimento não influenciou na diferença estatística no grau de conversão do compósito convencional. Por outro lado, a resistência de união dos compósitos ao esmalte não foi afetada nem pela quantidade de carga, nem pelo pré-aquecimento do compósito e nem pela espessura da cerâmica. As resinas compostas experimentais fotoativadas através de facetas de cerâmica de 0,4 mm apresentaram maior grau de conversão em comparação aos cimentos fotoativados através de facetas de cerâmica de 1,5 mm. O compósito convencional apresentou os maiores valores de mudança de cor, enquanto o compósito convencional pré-aquecido apresentou mudança de cor semelhante em comparação ao compósito fluido. Conforme observado neste estudo, o grau de conversão de fato diminuiu com o maior conteúdo de carga. Consequentemente, quanto maior o número de monômeros e aminas que não reagiram, que serão degradados após o envelhecimento por luz ultravioleta, maior será a mudança de cor após o envelhecimento. Os resultados mostraram que a espessura da lâmina cerâmica influenciou no grau de conversão e na mudança de cor, mas não influenciou na resistência de união ao esmalte. Todos os compósitos apresentaram resistência de união ao microcissalhamento semelhante, independentemente da espessura da lâmina cerâmica ou do grau de conversão alcançado. Assim, dentro das limitações deste estudo, foi possível concluir que tanto os compósitos convencionais pré-aquecidos como os compósitos fluidos parecem ser uma alternativa em potencial para cimentação de laminados cerâmicos.

Em 2019, Coelho et al.⁷⁵, avaliaram o comportamento da viscosidade de diferentes resinas compostas após o pré-aquecimento e o efeito na resistência mecânica de discos em cerâmica feldspática com dimensões 12mm de diâmetro e 0,8mm de espessura, simulando restaurações tipo laminados. Módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e grau de conversão foram medidos para três resinas compostas restauradoras: microhíbrido (Filtek Z100; 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), um nanohíbrido (IPS Empress Direct; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), um supranano (Estelite Omega; Tokuyama Dental, Tóquio, Japão) e um cimento resinoso fotoativado (RelyX Veneer- 3M ESPE) foi testado como referência. A viscosidade foi medida durante uma curva de aquecimento-resfriamento (25°C – 69°C – 25°C) e também usando análises isotérmicas a 25°C e 69°C. As variáveis de resposta para a cerâmica aderida foram a resistência à flexão biaxial (σ_{bf}) e sua resistência

característica (σ_0), módulo de Weibull (m) e espessura do cimento ($n = 30$). Microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi usada para investigar a morfologia das interfaces cerâmica-agente de cimentação. Discos cerâmicos de feldspato (Vitablocs Mark II A1- Vita, CAD/CAM) simulando laminados foram aderidos aos materiais de cimentação. um grupo adicional (controle) foi testado no qual as amostras de cerâmica não foram condicionadas com ácido, silanadas, nem revestidas com qualquer agente cimentante ou adesivo. Para isso, as resinas compostas foram aquecidas a 69 ° C por 5min antes da cimentação; os discos de cerâmica também foram pré-aquecidos no mesmo dispositivo. Um volume padrão do agente de cimentação foi aplicado no centro do disco e uma tira de Mylar foi levemente pressionada. O disco foi orientado centralmente e sobre a superfície superior da cerâmica foi aplicado com uma carga de 5 N por 60s, seguido pela fotopolimerização. A resistência à flexão biaxial, resistência característica e o módulo de Weibull foram calculados nas posições axiais ($z = 0$ e $z = -t_2$) das bicamadas. A espessura do cimento foi medida e a morfologia nas interfaces ligadas foi observada. Quando aquecido a 69°C, o cimento resinoso teve uma redução média de 42,4% na viscosidade, enquanto a viscosidade foi reduzida em até 93,9% para as resinas compostas. Após o aquecimento, Empress Direct ficou significativamente menos viscosa do que os outros dois compósitos avaliados. O cimento resinoso ainda era o material menos viscoso após o aquecimento, mas a comparação com os compósitos restauradores foi reduzida para 5 vezes. A viscosidade foi semelhante entre os três compósitos restauradores após 12-15s. A espessura do cimento de Empress Direct e Estelite Omega foi significativamente maior em comparação com Filtek Z100. O cimento resinoso teve espessura significativamente menor do que as três resinas compostas restauradoras. Foi possível notar que a superfície da cerâmica atacada com ácido é irregular, mas todos os agentes resinosos foram capazes de se infiltrar completamente nas porosidades da superfície. Todos os agentes resinosos testados, incluindo o cimento resinoso, foram capazes de fortalecer a estrutura cerâmica em comparação com o grupo controle. Além disso, o grau de conversão não foi diferente entre os materiais, provavelmente porque todas as resinas compostas foram pré-aquecidas à mesma temperatura, levando ao aumento da mobilidade do monômero e reticulação do polímero. As diferenças entre os materiais de cimentação foram grandes, com ganhos na resistência variando entre 98% e 129% quando os materiais restauradores pré-aquecidos foram comparados com o cimento resinoso. No entanto,

no presente estudo, a resina composta pré-aquecida mais rígida não gerou o maior fortalecimento. Parece que a espessura da camada de agente cimentante teve um papel importante no efeito de reforço. Portanto, este estudo levanta a questão de que uma camada mais espessa de camada de agente cimentante à base de resina talvez possa ser positiva para o reforço de lâminas cerâmicas de feldspato finas. Para os testes de resistência à flexão biaxial (σ_{bf}), Estelite Omega rendeu σ_{bf} significativamente mais alto do que RelyX Veneer. Estelite Omega teve maior σ_0 do que Filtek Z100. Resinas compostas distintas respondem de maneira diferente ao pré-aquecimento, levando a diferenças na viscosidade e fluidez. Como resultado, a espessura do agente cimentante e a magnitude da resistência mecânica da cerâmica dependem da seleção da resina composta pré-aquecida usada como agente de cimentação.

Em 2020, Schneider et al.⁷⁶, realizaram um estudo que investigou o potencial de cura e estabilidade de cor de materiais de cimentação à base de resina para restaurações indiretas. Quatro agentes cimentantes foram testados: cimento resinoso dual-ativado tradicional (RelyX ARC, ARC), cimento resinoso dual-ativado sem amina (RelyX Ultimate, ULT), cimento resinoso fotopolimerizável (RelyX Veneer, VEN) e resina composta restauradora pré-aquecida (Filtek Supreme, PHC). O grau de conversão C=C foi determinado por espectroscopia de infravermelho ($n=3$) com exposição direta à luz ou com interposição de cerâmica de 1,5 mm de espessura (e.max Press HT) entre o material de cimentação e a luz. Para analisar a alteração de cor ($n=6$), a mesma foi mensurada em dois momentos, 24 horas e após 90 dias em armazenamento úmido, tanto para as amostras que foram expostas diretamente à luz ou com interposição do material cerâmico de 1,5mm. A diferenças de tonalidade foi determinada pelos métodos CIELAB (ΔE_{ab}) e CIEDE2000 (ΔE_{00}). Os agentes cimentantes afetaram tanto a conversão quanto a estabilidade da cor. Com a cerâmica, o ARC produziu a maior conversão entre os grupos testados e o compósito pré-aquecido (PHC) a menor ($51 \pm 3\%$), mas o potencial de cura foi semelhante para todos os materiais. ULT produziu menor ΔE_{ab} do que ARC. O PHC apresentou a menor diferença de cor quando considerados os métodos CIELAB e CIE2000, provavelmente decorrentes da baixa absorção de água e solubilidade. Todas as estratégias de cimentação apresentaram alto potencial de cura. O material de dupla ativação sem amina foi capaz de reduzir a diferença de cor do que o formulado com o

componente amina. O composto pré-aquecido produziu a menor variação de cor após o armazenamento.

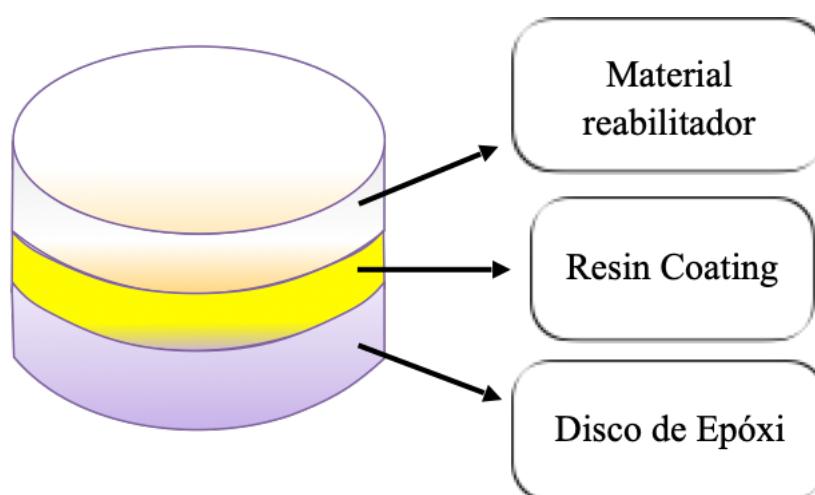
Em uma revisão sistemática da literatura sobre o aquecimento e pré-aquecimento de materiais restauradores realizada por Lopes et al.⁷⁷ em 2020, foi observado que o pré-aquecimento dos materiais restauradores são uma técnica simples, segura e bem-sucedida. Nos materiais resinosos ocorre aumento da microdureza, redução da viscosidade, facilita a adaptação às paredes da preparação da cavidade, aumenta o grau de conversão e diminui a contração de polimerização. As resinas compostas pré-aquecidas podem ser uma alternativa para procedimentos de cimentação, uma vez que podem ter um desempenho melhor do que o cimento resinoso nas margens da restauração, devido ao maior conteúdo de carga inorgânica e a estabilidade da cor a longo prazo. O pré-aquecimento de cimentos resinosos melhora a resistência, a adesão e o grau de conversão, diminuição na sorção de água e na solubilidade oral, entretanto pode levar ao endurecimento antes mesmo de ser dispensado na seringa. Os adesivos dentais aquecidos apresentaram bons resultados, como maior resistência de união à dentina. No entanto, ao contrário dos materiais resinosos, os materiais ionoméricos têm um aumento na viscosidade com o aquecimento, diminuindo assim o tempo de trabalho. Idealmente, o material necessita manter o máximo do calor até o procedimento restaurador para melhores desempenhos.

4 MATERIAL E MÉTODO

Para avaliar a resistência à fratura de peças indiretas sob diferentes técnicas, o presente estudo utilizou um modelo de espécime simplificado que simula restaurações oclusais não retentivas, modelo "onlay tri-layer"⁵⁹. Essa configuração de corpo de prova tem por finalidade facilitar a identificação do efeito do *resin coating*/agente cimentante em peças indiretas de mesma espessura na resistência à fratura do conjunto. Para melhor padronização e homogeneização do substrato, utilizou-se como substituto do tecido dentinário discos de resina epóxi reforçado com fibra de vidro⁷⁸, os quais tiveram as dimensões padronizadas em: 12mm de diâmetro por 1,5mm ou 2,5mm de espessura. Foram confeccionados discos com os materiais reabilitadores com dimensões de 1mm de espessura e diâmetro de 12mm, os quais foram cimentados diretamente sobre o disco epóxico ou sobre o *resin coating*, configurando-os como "conjuntos" (Figura 1 e 2).

Os corpos de prova tiveram as seguintes configurações: conjunto composto por Cerâmica/Nano-Híbrido (cimentado) + *Resin coating* + Disco de Epóxi (Figura 1); ou conjunto composto por Cerâmica/Nano-Híbrido (cimentado) + Disco de Epóxi, (Figura 2), os quais totalizaram em 216 espécimes (N=216). Os corpos de prova foram divididos em 27 grupos, contendo 8 corpos de prova por grupo (n=8). A fim de melhor identificação, os grupos foram nomeados de G1 a G27.

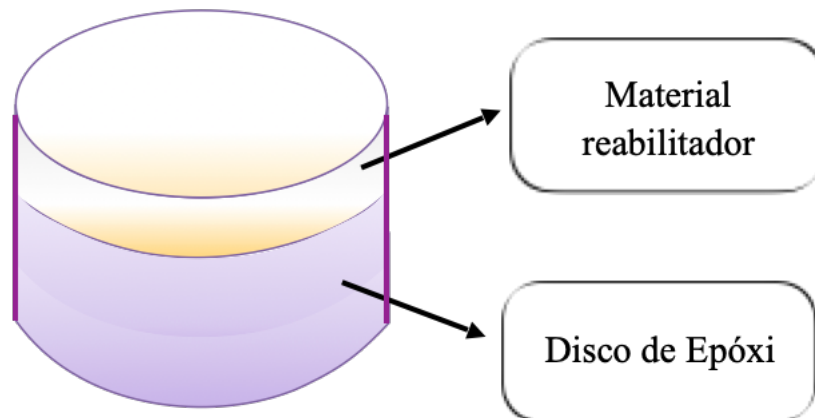
Figura 1- Modelo "onlay tri-layer".



Esquema mostrando o modelo "onlay tri-layer", em que o conjunto é composto por Cerâmica/Nano-Híbrido (cimentado) + *Resin coating* + Disco de Epóxi.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 2- Esquema mostrando a configuração do conjunto em que não foi realizado o *resin coating*.



Fonte: Elaboração própria.

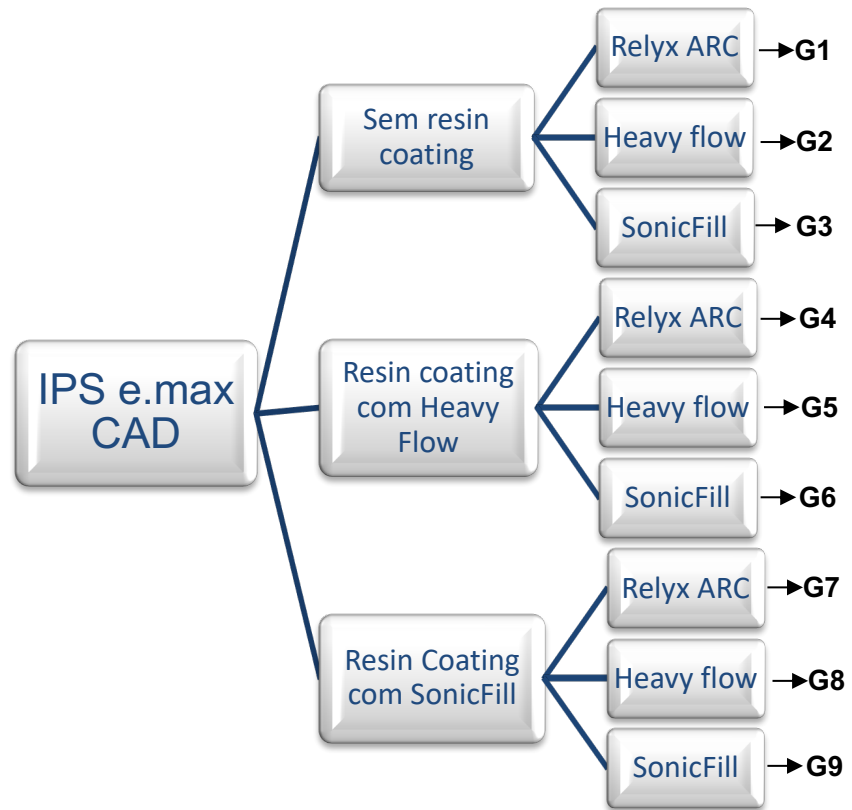
Os grupos foram divididos de acordo com: 1. tipo de material para confecção do *resin coating*: GrandioSO Heavy Flow (Voco), Sonicfill (Kerr, Orange, CA, USA) Kavo Kerr), controle - somente Scotchbond Multi-purpose (ESPE- 3M); 2. de acordo com o material reabilitador: Cerec Blocs, IPS e-max CAD e Grandio blocs); 3. De acordo com os agentes cimentantes: Relyx ARC (ESPE- 3M), SonicFill e GrandioSO Heavy Flow, de modo que todos os agentes cimentantes receberam aquecimento de até 69°C (HotSet- technolife) antes de serem inseridos (Quadro 1). A Figura 3 e as Tabelas 1, 2 e 3 trazem de modo exemplificado a distribuição dos grupos e a nomeação dos mesmos.

Quadro 1 – Nome comercial, fabricante e composição dos blocos CAD / CAM avaliados e sistemas de cimentação.

MATERIAL	Tipo	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO
IPS Emax CAD	Cerâmica	Ivoclar Vivadent	SiO ₂ , Li ₂ O, K ₂ O, MgO, ZnO ₂ , Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ e outros óxidos
Cerec Blocs	Cerâmica	Dentsply Sirona	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O, CaO e TiO ₂
Grandio blocs	Polímero resinoso	VOCO GmbH	86% de partículas nanohíbridas dispersas na matriz orgânica; 14% UDMA+UMA matriz inorgânica
GrandioSO Heavy Flow	Resina composta flow	VOCO GmbH	Resina flow nanohíbrida com 83% de carga. Composição orgânica a base de Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA
SonicFill	Resina composta Bulk Fill densa	Kerr	BisGMA. TEGDM. EBPADMA. EBPADMA. EDMA, SR-541. UV-9. CQ. UVTex-OB. EDMAB. HEMA-CL5-P. BYK-405. Sílica coloidal. Sílica pirogênica. Patícula tratada. Infusão de ZirkonSil. YbF ₃ . Pigmentos
RelyX ARC	Cimento resinoso dual	3M ESPE	Pasta A: 68% em peso de partículas de zircônia/ sílica, pigmentos, sistema fotoiniciador e amina. Pasta B: 67% em peso de partículas de zircônia/ sílica e peróxido de benzoíla.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 3- Distribuição dos grupos.



Exemplo de distribuição dos grupos de acordo com material reabilitador, material de *resin coating* e agente cimentante.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1- Distribuição e nomeação dos grupos de acordo com a técnica a ser aplicada para o material IPS e.max CAD.

<u>IPS e.max CAD</u>	Técnica de Resin coating		
Agente de cimentação	Sem	Heavy Flow	SonicFill
Relyx ARC	G1	G4	G7
Heavy Flow	G2	G5	G8
SonicFill	G3	G6	G9

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2- Distribuição e nomeação dos grupos de acordo com a técnica a ser aplicada para o material Cerec Blocs.

<u>Cerec Blocs</u>	Técnica de Resin coating		
Agente de cimentação	Sem	Heavy Flow	SonicFill
Relyx ARC	G10	G13	G16
Haevy Flow	G11	G14	G17
SonicFill	G12	G15	G18

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3- Distribuição e nomeação dos grupos de acordo com a técnica a ser aplicada para o material Grandio Blocs.

<u>Grandio Blocs</u>	Técnica de Resin coating		
Agente de cimentação	Sem	Heavy Flow	SonicFill
Relyx ARC	G19	G22	G25
Haevy Flow	G20	G23	G26
SonicFill	G21	G24	G27

Fonte: Elaboração própria.

4.1 Confecção dos Espécimes

4.1.1 Resina Epóxi

A partir de um bastão de 1,00 metro, os discos em resina epóxi de 1,5mm e 2,5mm de espessura foram adquiridos com auxílio uma cortadeira (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração intensa. Sobre a superfície do disco epóxico, todos os grupos receberam o tratamento com sistema adesivo condiciona e lava (Adper Scotchbond Multi-Purpose- 3M ESPE), cujo condicionamento foi realizado com ácido fosfórico 37% (Condac 37; FGM, Joinville, SC, Brazil) por 30 segundos, seguido de lavagem e secagem abundante. Aplicou-se então o primer e o adesivo, seguindo recomendações do fabricante. A fotopolimerização foi feita por 10 segundos em modo Standard, 1000mW/cm² (VALO- Ultradent, South Jordan, UT, USA). Os discos com 2,5mm de espessura foram destinados aos grupos que não receberam o

resin coating, receberiam apenas a cimentação das peças indiretas de 1mm de espessura. Isso foi necessário para garantir que a espessura final de todos os conjuntos fosse de 3,5mm. Logo, os discos de 1,5mm, foram destinados a receber o *resin coating* e então a cimentação da peça indireta posteriormente, totalizando em 3,5mm de espessura final.

4.1.2 Restaurações Indiretas

Para simular as peças indiretas, foram utilizados 3 diferentes tipos de materiais da tecnologia CAD / CAM nas especificações LT na cor A2: Cerec bloc (Dentsply Sirona), IPS e.max CAD (Ivoclar) e Grandio Blocs (nano-híbrido- Voco). A partir dos blocos pré-usinados, foram confeccionados discos com dimensões de 1,0mm de espessura por 12mm de diâmetro. Para a confecção destes, os blocos foram primeiramente cortados por uma broca arrefecida a água com um diâmetro interno de 12mm, para que então, as fatias fossem cortadas com auxílio de uma serra de precisão (Isomet 1000 Buehler, Illinois, EUA) com espessura de 1,2mm, as quais foram polidas com auxílio de uma politriz (DP-10 Panambra, São Paulo, Brasil) com uma lixa d'água de granulação 600 sob fluxo de água contínuo, até que atingissem a espessura de 1,0mm, aferida com paquímetro digital. De maneira aleatória, foram selecionados e marcados qual lado será a face externa do disco.

4.2 Resin Coating: Técnica

Para execução da técnica *resin coating*, os discos de epóxi de 1,5mm já tratados com sistema adesivo, foram posicionados no interior de uma matriz bipartida metálica (Figura 4), a qual apresentava o mesmo diâmetro do corpo de prova, e sua altura correspondia ao total de 2,5mm, a fim de padronizar a espessura da camada resinosa em 1mm. Após a inserção do material do *resin coating*, foi posicionado tira de poliéster e uma placa de vidro sobre o material, seguido de pressão até o completo extravasamento do mesmo, alcançando assim a espessura de 1mm, seguido de sua fotopolimerização por 20 segundos modo Standard (VALO- Ultradent, South Jordan, UT, USA). Os materiais utilizados para o *resin coating* foram: resina composta de baixa viscosidade (GrandioSO Heavy Flow - Voco), inserida com a própria ponta aplicadora. E a resina composta densa bulk fill (SonicFill- Kerr), foi inserida com o auxílio de seu equipamento ultrassônico em velocidade 5 (Figura 5).

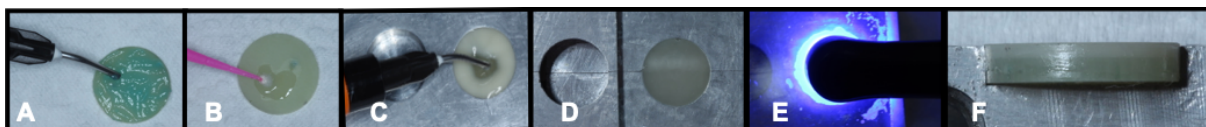
Figura 4- Matriz bipartida.



Imagem da matriz bipartida confeccionada em 2 profundidades: 2,5mm (para confecção de *resin coating*) e 3,5mm (para estabilização do conjunto durante a cimentação).

Fonte: Elaboração própria.

Figura 5- Sequência de etapas para a confecção de *resin coating*.



A: aplicação do ácido fosfórico no disco de epóxi; **B:** aplicação do sistema adesivo; **C:** inserção a resina para o *resin coating*; **D:** pressão com placa de vidro para extravasamento do excesso; **E:** fotopolimerização; **F:** finalização do *resin coating* sobre disco de epóxi.

Fonte: Elaboração própria.

4.3 Cimentação Adesiva

TRATAMENTO DO SUBSTRATO: Sobre todas as superfícies que receberam o *resin coating*, previamente à cimentação receberam jateamento de partículas de óxido de alumínio de 27 μ m a pressão de 2bar (MicroEtcherTM CD, Danville Materials), seguido de lavagem abundante. Foi realizada nova aplicação do ácido fosfórico 37% por 30 segundos, lavagem abundante e secagem. Aplicação apenas do adesivo sobre toda a superfície, não seguido por cura⁴¹. O mesmo foi reservado em local protegido da luz até o momento da cimentação.

TRATAMENTO DOS MATERIAIS INDIRETAS: Os discos receberam tratamento da superfície interna de acordo com as instruções de seus fabricantes:

CEREC BLOCS: Jateamento prévio com óxido de alumínio (25 a 50 μ m) a 1,5 - 2bar. Condicionamento com ácido fluorídrico 10% (Condicionador de Porcelana 10%;

Dentsply Sirona, Brazil) por 1 minuto e aplicação de silano por 1 minuto (Silano mais primer e silano mais ativador; Dentsply Sirona, Brazil), seguido de jato de ar. Aplicação de uma fina camada de adesivo, seguido da fotoativação por 20 segundos em modo Standard (VALO; Ultradent, South Jordan, UT, USA).

IPS E.MAX CAD: Jateamento prévio com óxido de alumínio. Condicionamento com ácido fluorídrico 10% (Condicionador de Porcelana 10%; Dentsply Sirona, Brazil) por 20 segundos, aplicação do silano por 1 minuto, seguido do jato de ar. Aplicação de uma fina camada de adesivo, seguido da fotoativação por 20 segundos.

GRANDIO BLOCS: Jateamento prévio com óxido de alumínio. Limpeza com jato de ar e álcool 70%, aplicação de silano por 1 minuto, seguido de jato de ar. Aplicação de uma fina camada de adesivo, seguido da fotoativação por 20 segundos.

AGENTE CIMENTANTE

Foram utilizados 3 diferentes agentes de cimentação: Relyx ARC, SonicFill e GrandioSO Heavy Flow, os quais foram pré-aquecidos até a temperatura de 69°C (HotSet- techno life) para que então pudessem ser inseridos sobre a base de disco epóxico. O cimento Relyx ARC recebeu o pré-aquecimento apenas da porção proporcionada previamente a sua manipulação, que foi realizada em placa de vidro, também aquecida. A resina SonicFill teve o aquecimento de sua cápsula, seguida pelo acoplamento da mesma no equipamento sônico para então a dispersão do produto. A resina GrandioSO Heavy Flow recebeu o aquecimento do tubo todo, seguido da dispersão do produto com pontas aplicadoras próprias (Figura 6).

Após inserção do agente de cimentação, o disco cerâmico/nano-híbrido correspondente de cada grupo foi colocado sobre o conjunto inserido em uma matriz metálica bipartida para estabilização (Figura 4). A acomodação foi feita manualmente, mantendo-se uma pressão constante para estabilização e extravasamento do material, que foi removido com auxílio de pontas aplicadoras.

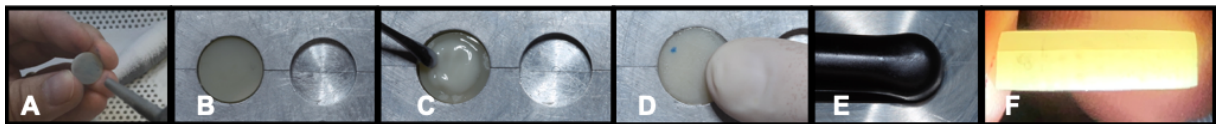
Durante a cura, uma carga de 50 N foi aplicada no conjunto todo⁵⁹. O conjunto cimentado foi fotoativado em cinco direções, para cada direção 20 segundos em modo Standard. Inicialmente, a fotopolimerização ocorreu na parte superior do corpo de prova. Todos os espécimes receberam acabamento com borracha abrasiva para remoção dos excessos, e então foram armazenados em água (Figura 7).

Figura 6- Aquecimento dos agentes cimentantes.



Aquecimento dos agentes cimentantes com equipamento HotSet (techno life)
Fonte: Elaboração própria.

Figura 7- Sequência de etapas para a cimentação após confecção de resin coating.



A: jateamento da superfície do resin coating; **B:** colocação do espécime na matriz de 3,5mm seguido pelo procedimento adesivo; **C:** inserção do agente cimentante; **D:** posicionamento da peça indireta sobre o conjunto e pressão digital; **E:** posicionamento do peso sobre o conjunto, seguido de fotopolimerização; **F:** aspecto final do conjunto exposto a iluminação direta para visualização das camadas.

Fonte: Elaboração própria.

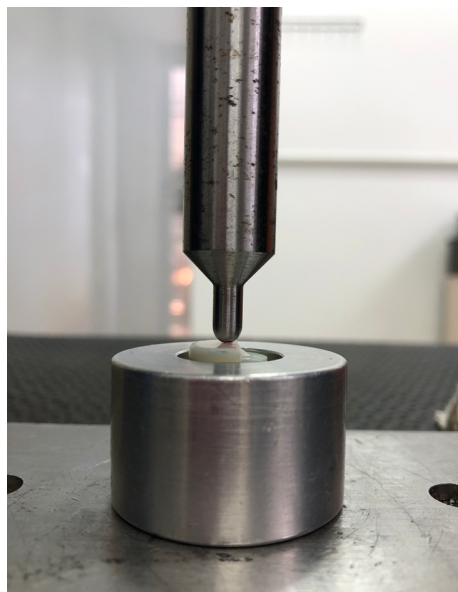
4.4 Armazenamento

Todos os espécimes foram submetidos ao envelhecimento artificial inicialmente pelo método de estocagem em água destilada por 30 dias a 37°C, em que a água foi trocada 1 vez na semana. Seguindo por 1.000 ciclos de termociclagem (Termocicladora- Ética equipamentos. USP Ribeirão Preto) com variação de temperatura de 5°C e 55°C, por 30 segundos em água.

4.5 Resistência à Fratura

Os espécimes preenchidos foram carregados com um penetrador de aço hemisférico ($\varnothing = 4,9$ mm), centrado na superfície superior. A carga foi aplicada até a falha, com uma máquina de teste universal (EMIC DL 1000; EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brazil) a uma velocidade de 1mm/min (Figura 8). A carga (N) na falha foi registrada como resistência à fratura, a fim de comparar com as forças normais de mordida na situação clínica⁵⁹.

Figura 8- Penetrador de aço hemisférico.



Ensaio de resistência à fratura com penetrador de aço hemisférico ($\varnothing = 4,9$ mm), centrado na superfície superior do conjunto.

Fonte: Elaboração própria.

4.6 Análise Estatística

Os valores de resistência à fratura foram previamente submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, os dados foram submetidos aos testes ANOVA Two-Way e Tukey ($\alpha = 0,05$), sob intervalo de confiança de 95%.

5 RESULTADOS

Tabela 1- Média e desvio padrão (em newtons-N) da resistência à fratura para o material IPS e.max CAD de acordo com a técnica de *resin coating* e o agente de cimentação utilizado em cada grupo.

<u>IPS e.max</u> <u>CAD</u>	Técnica de Resin coating		
Agente de cimentação	Sem	Heavy Flow	SonicFill
Relyx ARC	G1: 1466 (± 128) ^{Aa}	G4: 1546 (± 120) ^{Aa}	G7: 1385 (± 168) ^{Aa}
Haevy Flow	G2: 1548 (± 108) ^{Aa}	G5: 1477 (± 97) ^{Aa}	G8: 1232 (± 69) ^{Ba}
SonicFill	G3: 1479 (± 169) ^{Aa}	G6: 1543 (± 125) ^{Aa}	G9: 1241 (± 99) ^{Ba}

^{AB} letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significante ($P < 0.05$).

^{ab} letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significante ($P < 0.05$).

Fonte: Elaboração própria.

Para o IPS e.max CAD, não houve diferença estatística quando comparamos os diferentes agentes de cimentação para a MESMA base resinosa, ou seja, quando utilizamos o SonicFill como *resin coating*, todos os cimentos testados se comportaram de forma semelhantes ($G1=G2=G3$; $G4=G5=G6$; $G7=G8=G9$). Entretanto, quando avaliamos o MESMO agente de cimentação para diferentes *resin coating*, nos deparamos com algumas situações diferentes. Para o cimento Relyx ARC, não houve diferença quanto ao *resin coating* de diferentes materiais ($G1=G4=G7$). Para o cimento Heavy Flow, os Grupos G2 e G5 foram estatisticamente semelhantes entre si ($G2=G5$), porém com valores maiores e diferentes estatisticamente do G8. O mesmo aconteceu para o agente de cimentação SonicFill, em que os grupos G3 e G6 foram semelhantes entre si ($G3=G6$), porém com valores maiores e diferentes estatisticamente do G9.

Tabela 2- Média e desvio padrão (em newtons-N) da resistência à fratura para o material Cerec Blocs de acordo com a técnica de *resin coating* e o agente de cimentação utilizado em cada grupo.

<u>Cerec Blocs</u>	Técnica de Resin Coating		
Agente de cimentação	Sem	Heavy Flow	SonicFill
Relyx ARC	G10: 1323 (± 140) ^{Ba}	G13: 1681 (± 150) ^{Aa}	G16: 1374 (± 148) ^{Ba}
Haevy Flow	G11: 1243 (± 130) ^{Ba}	G14: 1575 (± 177) ^{Aa}	G17: 1307 (± 176) ^{Ba}
SonicFill	G12: 1440 (± 149) ^{Aa}	G15: 1628 (± 112) ^{Aa}	G18: 1176 (± 110) ^{Ba}

^{AB} letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significante ($P < 0.05$).

^{ab} letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significante ($P < 0.05$).

Fonte: Elaboração própria.

Para o Cerec Blocs, não houve diferença estatística quando comparamos os diferentes agentes de cimentação para a MESMA base resinosa, ou seja, quando não utilizamos *resin coating* ou quando usamos o SonicFill ou a Heavy Flow como *resin coating*, todos os cimentos testados se comportaram de forma semelhantes entre eles ($G10=G11=G12$; $G13=G14=G15$; $G16=G17=G18$). Entretanto, quando avaliamos o MESMO agente de cimentação para os grupos com diferentes técnicas de *resin coating* obtivemos algumas diferenças. Para o cimento Relyx ARC, o G13 teve o maior valor e foi diferente estatisticamente dos grupos G10 e G16, que foram semelhantes entre si ($G10=G16$). O mesmo pode ser observado para o agente de cimentação Heavy Flow, o Grupo G14 apresentou o maior valor e foi diferente dos grupos G11 e G17, que foram semelhantes entre si ($G11=G17$). Para o agente de cimentação SonicFill, os grupos G12 e G15 foram iguais estatisticamente entre si ($G12=G15$) e obtiveram os maiores valores, porém foram diferentes estatisticamente do G18.

Tabela 3- Média e desvio padrão (em newtons-N) da resistência à fratura para o material Grandio Blocs de acordo com a técnica de *resin coating* e o agente de cimentação utilizado em cada grupo.

<u>Grandio Blocs</u>	Técnica de Resin coating		
Agente de cimentação	Sem	Heavy Flow	SonicFill
Relyx ARC	G19: 1495 ($\pm$ 61) ^{Aa}	G22: 1477 ($\pm$ 80) ^{Aa}	G25: 1281 ($\pm$ 123) ^{Ba}
Haevy Flow	G20: 1415 ($\pm$ 94) ^{Aa}	G23: 1501 ($\pm$ 64) ^{Aa}	G26: 1023 ($\pm$ 69) ^{Bb}
SonicFill	G21: 1475 ($\pm$ 79) ^{Aa}	G24: 1490 ($\pm$ 101) ^{Aa}	G27: 1204 ($\pm$ 93) ^{Ba}

^{AB} letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significante ($P < 0.05$).

^{ab} letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significante ($P < 0.05$).

Fonte: Elaboração própria.

Para o Grandio Blocs, a ausência de *resin coating* ou o uso de Heavy Flow como base não mostrou diferença estatística quando variamos os agentes cimentantes ($G19=G20=21$) e ($G22=G23=G24$). Entretanto, para o material SonicFill como base, cimentação com Heavy Flow mostrou o menor valor de resistência à fratura para o conjunto ($G26 \neq G25$ e $G26 \neq G27$) ($G25=G27$). Quando avaliamos as DIFERENTES bases de *resin coating* para o MESMO agente de cimentação, o Relyx ARC, Heavy Flow e SonicFill apresentaram similaridade entre os grupos que não receberam o *resin coating* com os que receberam a base resinosa com resina Heavy Flow ($G19=G22$), ($G20=G23$), ($G21=G24$), ou seja, os menores valores de resistência à fratura para o Grandio Blocs foram obtidos quando utilizou-se o SonicFill como material de *resin coating*.

6 DISCUSSÃO

A resistência à fratura de peças finas (1mm) confeccionadas a partir de blocos CAD / CAM, sejam eles cerâmicos (dissilicato de lítio e feldspática) ou de compósito nano-híbrido, quando cimentadas sobre discos de epóxi, apresentaram variabilidades de acordo com o material utilizado para a confecção de *resin coating*. No presente trabalho, grupos que utilizaram a resina Heavy Flow como *resin coating* obtiveram as melhores médias quando comparadas com os grupos que utilizaram o SonicFill como base, independente do material reabilitador. De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, diferenças estatísticas foram encontradas quando variamos o material de *resin coating* para o mesmo agente de cimentação. Assim a primeira hipótese nula foi rejeitada. Entretanto, quando analisamos apenas os agentes de cimentação, a única diferença estatística significativa encontrada foi para o grupo que utilizou o Grandio Blocs cimentado com Heavy Flow sob base resinosa de SonicFill. Porém quando analisamos os diferentes agentes de cimentação apenas para o grupo controle, observamos similaridade estatística entre eles, como é mostrado nas Tabelas 1, 2 e 3 ($G1=G2=G3$; $G10=G11=G12$; $G19=G20=G21$). Com isso, a segunda hipótese nula foi rejeitada.

O estudo atual utilizou um modelo de espécime simplificado que simula restaurações oclusais não retentivas⁵⁹, a fim de facilitar a identificação do efeito do *resin coating*/agente cimentante em peças indiretas de mesma espessura na resistência à fratura do conjunto. Em busca de padronização de substrato, utilizou-se disco de resina epóxi reforçado com fibra de vidro como material de base substituto da dentina^{59,78}, por apresentar semelhante comportamento elástico e resistência de união ao cimento resinoso. As dimensões do disco epóxico foram estipuladas a fim de aproximar das medidas médias de molares humanos, e então preconizou-se o diâmetro de 12mm, com altura final até a câmara pulpar de 3,5mm. O dispositivo utilizado como indentador hemisférico de 4,9mm tem equivalência com as dimensões das cúspides dentárias.

É de suma importância a avaliação do comportamento dos materiais odontológicos em condições que simulam situações clínicas. Assim, o presente estudo utilizou como envelhecimento artificial a estocagem em água a 37°C por 30 dias, seguido por 1.000 ciclos de termociclagem, com variação de temperatura de 5 a 55°C. A termociclagem é um processo in vitro que submete a restauração e o dente a temperaturas extremas compatíveis àquelas encontradas na cavidade oral,

demonstrando o comportamento do coeficiente de expansão térmica dos materiais restauradores e do elemento dental, gerando estresse físico principalmente na interfase adesiva⁷⁹. Segundo a ISO TR 11450⁸⁰ a ciclagem térmica de 500 ciclos em água entre 5 e 55°C é um teste de envelhecimento artificial adequado.

No processo de reabilitador, tem se tornado cada vez mais frequente o uso de facetas oclusais não retentivas para repararem desgastes por erosão dos tecidos dentários, minimizando assim possíveis desgastes adicionais^{7,55,57,59,62,63,65}. As peças indiretas cimentadas adesivamente adquirem resistência ao conjunto que podem advir: tipo de material e espessura, tipo/agente de cimentação e tipo de substrato^{58,62,81}. Algumas propriedades dos materiais como módulo de elasticidade, tanto do material restaurador como da base/substrato aderido, tenacidade e resistência flexural, podem influenciar no comportamento do conjunto^{7,58,65}.

Dentre os fatores de longevidade, para um bom desempenho clínico das peças indiretas cimentadas, os valores de resistência à fratura devem chegar a 1000N⁸². Como pôde ser observado no presente estudo, todos os grupos testados apresentaram valores de resistência à fratura acima de 1000N, mesmo após o envelhecimento artificial. Dessa maneira, podemos pressupor que todos os tratamentos/técnicas propostos pelo nosso estudo, são viáveis clinicamente. Em um trabalho realizado por Chen et al.⁵⁹, a resistência à fratura imediata de peças em dissilicato de lítio de 1mm de espessura cimentadas sobre discos de epóxi, apresentou valor médio (1516N) muito próximo do que foi encontrado em nosso estudo (1466N).

Para melhor desempenho de peças cimentadas adesivamente, sugere-se que uma maior compatibilidade entre os módulos de elasticidade do material restaurador com a base a ser cimentada, é favorável à resistência do conjunto^{7,58,65,81}. Entretanto não se sabe qual valor ideal do módulo de elasticidade para essa situação. Dietschi et al.³⁰, 2003, encontrou em seu estudo, que, material de base com uma rigidez intermediária (cerca de 7,6 GPa) (Tetricflow e Dyract) produziu a melhor adaptação interna, enquanto o mais rígido (Prodigy, 11 GPa) foi responsável por mais defeitos interfaciais. Assim, como foi ressaltado por estes autores, são necessárias mais investigações para saber se os menores valores na resistência à fratura frente ao uso de material de base mais rígida se dão devido ao módulo de elasticidade mais alto ou à sua viscosidade diferente, afetando potencialmente sua capacidade de espalhamento nas superfícies preparadas. Em nosso trabalho, para os grupos que receberam o *resin coating*, realizamos uma base de 1mm de espessura com materiais

resinosos fluído (Heavy Flow) e denso (SonicFill), cujos módulos de elasticidade são de 17,46GPa⁸³ e 8,6GPa⁶⁷ respectivamente, os quais atuariam como redutores de tensão^{23,30,33,47,48,51,84}. Constatamos que a confecção de *resin coating* com resina GrandioSo Heavy Flow apresentou as melhores médias de resistência à fratura para todos os materiais reabilitadores testados. De acordo com Senawongse et al.⁴⁷ em 2010, os módulos elásticos de compósitos fluidos variando de 14,14 a 15,78GPa podem ser suficientes para compensar o estresse gerado pelas forças oclusais, capaz de reduzir a microinfiltração marginal da dentina, já que o módulo elástico do adesivo ($7,88 \pm 0,50\text{GPa}$) pode não ser suficiente para suportar tais forças. Com base em nossos resultados e de acordo com o que foi abordado por Dietschi et al.³⁰, 2003 e Senawongse et al.⁴⁷, podemos inferir que possivelmente a baixa viscosidade do material associado com módulo de elasticidade mais alto e mais próximo do material reabilitador, podem ser os fatores predominantes para um bom desempenho à resistência à fratura de peças de 1mm de espessura cimentadas adesivamente.

Seguindo pela mesma linha de raciocínio, acreditamos que o fator incompatibilidade entre os módulos elásticos dos materiais pode influenciar na resistência à fratura do conjunto. O disco epóxico utilizado com substituto da dentina possui módulo e elasticidade de 18GPa, que ao compararmos com os módulos elásticos dos materiais avaliados, há maior discrepância com o valor do SonicFill. Esse fato pode justificar o porquê dos menores valores de resistência à fratura, independente do material reabilitador, serem obtidos quando utilizamos o SonicFill como *resin coating*.

O módulo de elasticidade está vinculado à rigidez do material e pode ser calculado por meio de qualquer ensaio de resistência, como de flexão. Materiais mais rígidos, como o dissilicato de lítio e a feldspática, em espessura menores, apresentam resistência a fratura menor em relação aos materiais a base de polímeros^{7,57,58,61,65,85}. Uma resina composta com baixo módulo de elasticidade pode se fraturar ou se deformar frente às tensões mastigatórias. Por outro lado, materiais com rigidez excessiva absorvem muito pouco as tensões provenientes das cargas mastigatórias e têm o inconveniente de transferir quase que totalmente as tensões desse impacto à interface de união e às estruturas dentárias⁸⁶. Assim, base flexível favorece na dissipação de tensão quando a peça é submetida à tensão mecânica²³ permitindo que, peças com menores espessuras, como de 1mm, tenham sua resistência

favorecida quando se utiliza materiais de base com baixo módulo de elasticidade, de preferência o mais próximo do substrato dentinário (16,6GPa)⁶⁴.

Para este estudo, foram selecionados materiais reabilitadores da tecnologia CAD / CAM de diferentes composições, a fim de abranger diversas indicações e situações clínicas. Segundo o fabricante, IPS e.max CAD é um material cerâmico vítreo de dissilicato de lítio que apresenta resistência à flexão (biaxial) 360MPa e módulo de elasticidade de 95GPa, podendo cobrir todas as indicações de cerâmica pura. A redução oclusal mínima recomendada pelos fabricantes é de 1,5mm. CEREC Blocs são blocos cerâmicos feldspáticos de estrutura fina industrialmente fabricados, usados para produzir inlays, onlays, coroas e laminados. De acordo com sua composição estrutural possuem resistência flexural de 154MPa e módulo de elasticidade 45GPa. A redução oclusal mínima recomendada pelo fabricante é 2mm. O Grandio Blocs é um compósito nano-híbrido que entre os blocos à base de compósito, é o que possui o maior conteúdo de cargas inorgânicas: 86 % p/p. Graças ao emprego da nanotecnologia, confere-lhe uma notável resistência e estabilidade. Sua resistência flexural é de 333MPa e módulo de elasticidade de 18GPa. A redução oclusal mínima recomendada pelo fabricante é de 1,5mm.

Para o IPS e.max CAD, quando comparamos os agentes cimentantes para o mesmo material de base, não houve diferença estatística entre eles, entretanto os melhores resultados de resistência à fratura foram alcançados quando se utilizou resina Heavy Flow ou quando não utilizou nenhum material para base resinosa. Nas circunstâncias do trabalho, *resin coating* sob esse material pode não ter apresentado melhora significativa na resistência à fratura de peças com 1mm de espessura. Provavelmente possamos relacionar isso a incompatibilidade do módulo de elasticidade entre os materiais envolvidos e também devido à alta resistência flexural (360MPa) que o dissilicato de lítio apresenta^{57,58}. Dentre os agentes de cimentação, o Relyx ARC pré-aquecido foi o cimento que menos sofreu alteração quando diferentes bases foram testadas. Numericamente, podemos sugerir que para peças de e.max de 1mm de espessura, a combinação que obteve maior valor de resistência à fratura foi quando não realizou-se *resin coating* e a cimentação foi realizada com a resina Heavy Flow.

Para o Cerec Blocs, observamos que confeccionar *resin coating* trouxe melhorias nos valores de resistência à fratura de peças de 1mm de espessura. Este fato pode ser possivelmente justificado pela maior compatibilidade dos módulos de

elasticidade entre os materiais envolvidos, como também devido seu valor menor de resistência flexural (154MPa), em que a base pode contribuir melhor para a distribuição de tensões antes de fraturar⁵². Dentre os materiais de *resin coating* avaliados, grupos que utilizaram a resina GrandioSO Heavy Flow apresentaram os maiores valores de resistência à fratura para peça feldspática. Numericamente, a combinação que obteve o maior valor de resistência à fratura do Cerec Blocs, foi quando utilizou *resin coating* com a resina Heavy Flow e a cimentação foi feita com Relyx ARC.

Para o Grandio Blocs, a ausência de *resin coating* ou o uso de Heavy Flow como base não mostrou diferença estatística quando variamos os agentes cimentantes. Fato este pode ser justificado devido à similaridade dos módulos elásticos dos materiais em questão (Grandio Bloc 18GPa; Disco epóxi 18GPa e Heavy Flow 17,46 GPa). Devido sua característica estrutural ser resinosa, apresenta alta resistência flexural e por si só, é um bom material na distribuição de tensões, capaz de resistir mais quando for usado em pequenas espessuras, o que está de acordo com os trabalhos de Andrade et al.⁶³, 2018; Alamoush et al.⁶⁴, 2018; Awada e Nathanson⁶¹, 2014; Magne et al.⁷, 2010. Assim, o *resin coating* não colaborou para o aumento nos valores de resistência à fratura para esse material a 1mm de espessura. Numericamente, para o compósito nano-híbrido avaliado podemos destacar o grupo que utilizou a resina GrandioSO Heavy Flow como *resin coating* e também como agente de cimentação.

A etapa de cimentação adesiva é fundamental para o correto desempenho clínico das peças indiretas. A cimentação adesiva com resinas compostas pré-aquecidas traz como vantagens maior fluidez do material⁷³, maior grau de conversão⁷⁴, maior estabilidade de cor⁷⁶, melhora na resistência final das peças indiretas^{70,75}, menor sorção e solubilidade da interface de cimentação⁷², menor desgaste e degradação superficial^{34,46}, além de favorecerem a resistência à fadiga da união dentinária^{7,71}. A cimentação com resinas fluidas pré-aquecidas pode apresentar vantagens em relação às resinas densas, uma vez que com maior fluidez garantida, melhora a capacidade de espalhamento nas superfícies³⁰, maior grau de conversão⁷⁴, além de serem mais resistentes que cimentos resinosos, entretanto ainda com alta carga de matriz orgânica em sua composição^{72,74}. O aquecimento de cimentos duais pode trazer vantagens como melhora nos valores de resistência adesiva, maior grau de conversão e menor solubilidade e sorção de água⁷².

Em relação aos agentes de cimentação utilizados em nosso estudo, não houve diferença estatística entre eles, independente do material reabilitador. Os altos valores de resistência à fratura atingida por esses grupos ($>1.000\text{N}$), sugerem que cimentar peças finas (1mm) de compósito nano-híbrido, de cerâmicas feldspática e dissilicato de lítio, com resina fluida de alto conteúdo inorgânico (GrandioSO Heavy Flow) e resina bulk fill densa (SonicFill) pré-aquecidas, são viáveis clinicamente.

A não melhora significativa da resistência à fratura quando cimentados com resina composta pré-aquecida, pode se dar devido a espessura do material reabilitador utilizada nesse estudo, que segundo Gresnigt et al.⁷⁰, a resistência à fratura foi melhorada quando utilizou-se peças de 0,3mm. Embora a propriedade de resistência à fratura dos materiais seja importante na análise de longevidade, há outros fatores que também influenciam na integridade e longevidade de peças indiretas cimentadas adesivamente^{4,6,12,20,81}.

Até o momento, não encontramos trabalhos que tenham feito uso de resinas bulk fill como agente cimentante, entretanto, o pré-aquecimento de compósitos convencionais ou bulk fills antes de serem fotopolimerizados, segundo Tauböck et al.⁶⁸, apresentam diminuição na geração de tensão de polimerização, sem comprometer o grau de conversão. Se a redução na viscosidade devido ao aquecimento permitir um fluxo viscoso aumentado e relaxamento da cadeia de polímero, é esperado maior alívio de tensão em comparação com compósito à temperatura ambiente. Em seu estudo, materiais como SonicFill apresentaram alto grau de conversão⁶⁸.

7 CONCLUSÃO

A resistência à fratura de peças de 1mm de espessura confeccionadas a partir de blocos CAD / CAM, sejam eles cerâmicos (dissilicato de lítio e feldspática) ou de compósito nano-híbrido, sofreu influência em relação ao material de *resin coating* utilizado.

Dentre os materiais avaliados para *resin coating*, a resina GrandioSO Heavy Flow foi a que mais corroborou para os melhores valores de resistência à fratura, independente dos materiais reabilitadores avaliados.

Todos os valores de resistência à fratura alcançados em nosso trabalho, superam os valores mínimos necessários para um bom desempenho clínico de peças indiretas, com isso podemos supor que, cimentação com resina fluida (GrandioSO Heavy Flow) e com resina bulk fill densa (SonicFill) pré-aquecidas, são viáveis como agente de cimentação para peças de 1mm dos materiais IPS e.max CAD, Cerec Blocs e Grandio Bloc.

REFERÊNCIAS*

1. 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.
2. Kim TG, Kim S, Choi H, Lee JH, Kim JH, Moon HS. Clinical acceptability of the internal gap of CAD/CAM PD-AG crowns using intraoral digital impressions. *Biomed Res Int*. 2016; 2016:7065454.
3. Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: state of the art. *J Adv Prosthodont*. 2017; 9(6): 486-95.
4. Stappert CFJ, Chitmongkolsuk S, Silva NRFA, Att W, Strub JR. Effect of mouth-motion fatigue and thermal cycling on the marginal accuracy of partial coverage restorations made of various dental materials. *Dent Mater*. 2008; 24 (9):1248–57.
5. Roulet JF. Longevity of glass ceramic inlays and amalgam-results up to 6 years. *Clin Oral Invest*. 1997; 1 (1): 40–6.
6. Federlin M, Krifka S, Herpich M, Hiller KA, Schmalz G. Partial ceramic crowns: influence of ceramic thickness, preparation design and luting material on fracture resistance and marginal integrity in vitro. *Oper Dent*. 2007; 32 (3): 251–60.
7. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN. In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent*. 2010; 104 (3): 149–57.
8. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971; 131(3): 107-11.
9. Reich S, Gozdowski S, Trentzsch L, Frankenberger R, Lohbauer U. Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype. *Oper Dent*. 2008; 33 (6): 644-50.
10. Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1988; 59 (1): 12-8.
11. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007; 51(2): 453-71.

* 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. Edelho D, M O'zcan. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working group 4 materials: cementation. *Clin Oral Implants Res.* 2007; 18(3): 193–204.
13. Powers JM, O'Keefe KL. Cements: How to select the right one. *Dent Prod Rep.* 2005; 39: 76-8,100.
14. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials.* 12th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2006. p. 479-511.
15. Van Noort R. *Introduction to dental materials.* 2nd ed. St. Louis, MO: Mosby; 2002. p. 257-78
16. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. *J Prosthet Dent.* 1999; 81(5): 597-609.
17. Barceleiro M de O, De Miranda MS, Dias KR, Sekito T Jr. Shear bond strength of porcelain laminate veneer bonded with flowable composite. *Oper Dent.* 2003; 28(4): 423-8.
18. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in Class II composite restorations. *J Adhes Dent.* 2007; 9(2): 189-94.
19. Oliveira LC, Duarte S Jr, Araujo CA, Abrahão A. Effect of low-elastic modulus liner and base as stress-absorbing layer in composite resin restorations. *Dent Mater.* 2010; 26(3): e159-69
20. Ayub KV, Santos GC Jr, Rizkalla AS, Bohay R, Pegoraro LF, Rubo JH, Santos MJ. Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composites. *J Can Dent Assoc.* 2014; 80: e12.
21. Muñoz CA, Bond PR, Sy-Muñoz J, Tan D, Peterson J. Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light- polymerized resin composites. *Am J Dent.* 2008; 21(4): 215-22.
22. Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res.* 2012; 15(1): 31-5.
23. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10(1): 47-54 quiz 56.
24. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res.* 1990; 69(6): 1240-3

25. D'Arcangelo C, Vanini L, Casinelli M, Frascaria M, De Angelis F, Vadini M, et al. Adhesive cementation of indirect composite inlays and onlays: a literature review. *Compend Contin Educ Dent*. 2015; 36 (8): 570-7 quiz 8.
26. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. *J Prosthet Dent*. 1990; 64(6): 658–64
27. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res*. 1990; 69:1240-1243
28. Ausiello P, Rengo S, Davidson CL, Watts DC. Stress distributions in adhesively cemented ceramic and resin–composite class II inlay restorations: a 3D-FEA study. *Dent Mater*. 2004; 20(9): 862-72
29. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations-a 3D finite element analysis. *Dent Mater*. 2002; 18(4): 295–303.
30. Dietschi D, Olsburgh S, Krejci I, Davidson C. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases. *Eur J Oral Sci*. 2003; 111(1): 73–80.
31. Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations. *Oper Dent*. 2004; 29 (3): 301-8.
32. Dewaele M, Asmussen E, Devaux J, Leloup G. Class II restorations: influence of a liner with rubbery qualities on the occurrence and size of cervical gaps. *Eur J Oral Sci*. 2006; 114(6): 535-41
33. Rocca GT, Gregor G, Sandoval MJ, Krejci I, Dietschi D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases and interface treatments. “Post-fatigue adaptation of indirect composite restorations”. *Clin Oral Investig*. 2012; 16 (5): 1385-93.
- 34: Rocca GT, Krejci I. Bonded indirect restorations for posterior teeth: from cavity preparation to provisionalization. *Quintessence Int*. 2007; 38(5): 371- 9
- 35: Paul SJ, Scharer P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997; 17(6): 536–45

- 36: Bertschinger C, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Dual application of dentin bonding agents: effect on bond strength. *Am J Dent*. 1996; 9: 115-9.
- 37: Dietschi D, Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. *Eur J Oral Sci*. 1998; 106(6): 1033-42.
- 38: Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosthodont*. 1999; 12(2): 111-21.
- 39: Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent*. 2007; 98(3): 166–74
- 40: Kurtoglu C, Uysal H, Mamedov A. Influence of layer thickness on stress distribution in ceramic-cement-dentin multilayer systems. *Dent Mater J*. 2008; 27(4): 626–32.
41. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982; 16(3):265-73.
42. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *Review J Esthet Restor Dent*. 2005;17(3):144-54.
43. Yazigi C, Kern M, Chaar MS. Influence of various bonding techniques on the fracture strength of thin CAD/CAM-fabricated occlusal glass-ceramic veneers. *J Mech Behav Biomed Mater actions*; 2017. 75: 504-11.
- 44: Ashy LM, Marghalani H, Silikas N. In vitro evaluation of marginal and internal adaptations of ceramic inlay restorations associated with immediate vs delayed dentin sealing techniques. *Int J Prosthodont*. 2020; 33(1):48-55.
- 45: Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dent Mater J*. 2018; 37(2):192-6.
- 46: Prakki A , Ribeiro IWJ, Cilli R, Mondelli RFL. Assessing the tooth-restoration interface wear resistance of two cementation techniques: effect of a surface sealant. *Oper Dent*. 2005; 30(6):739-46.
- 47: Senawongse P, Pongprueksa P, Tagami J. The effect of the elastic modulus of low-viscosity resins on the microleakage of class V resin composite restorative under occlusal loading. *Dent Mater J*. 2010; 29(3): 1-6.
- 48: Medina ADC, Paula AB, Fucio SBP, Puppim-Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MAC. Marginal adaptation of indirect restorations using different resin coating protocols. *Braz Dent J*. 2012; 23(6): 672-8.

- 49: Murata T, Maseki T e Nara Y. Effect of immediate dentin sealing applications on bonding of CAD/CAM ceramic onlay restoration. *Dent Mater J.* 2018; 37(6): 928-39
- 50: Akehashi S, Takahashi R, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Enhancement of dentin bond strength of resin cement using new resin coating materials. *Dent Mater J.* 2019; 38(6): 955-62.
- 51: Rozan S, Takahashi R, Nikaido T, Tichy A, Tagami J. CAD/CAM-fabricated inlay restorations: Can the resin-coating technique improve bond strength and internal adaptation? *Dent Mater J.* 2020; 39(6):941-9.
- 52: 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 Invest.* 2015; 19 (5): 1021–8
- 53: Poggio C, Chiesa M, Scribante A, Mekler J, Colombo M. Microleakage in class II composite restorations with margins below the CEJ: In vitro evaluation of different restorative techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013; 18(5): e793-8.
- 54: Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *J Dent Res.* 2018; 97(10): 1082–91.
- 55: Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A. Contemporary dental ceramic materials, a review: Chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018; 6(9): 1742–55.
- 56: Sulaiman T A. Materials in digital dentistry-A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020; 32(2):171-81.
- 57: Albelasy EH, Hamama HH, Tsoi JKH, Mahmoud SH. Fracture resistance of CAD/CAM occlusal veneers: A systematic review of laboratory studies. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020; 110:103948.
- 58: Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater.* 2013; 29(7):742-51.
- 59: Chen C, Trindade FZ, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. The fracture resistance of a CAD/CAM Resin Nano Ceramic (RNC) and a CAD ceramic at different thicknesses. *Dent Mater.* 2014; 30(9): 954-62.

- 60: Carvalho AO, Bruzi G, Giannini M, Magne P. Fatigue resistance of CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process. *J Prosthet Dent.* 2014; 111(4):310-7.
- 61: Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015; 114 (4): 587-93
- 62: Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater.* 2015; 31(8): 907-15.
- 63: Andrade JP, Stona D, Bittencourt HR, Borges GA, Burnett Júnior LH, Spohr AM. Effect of different computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) materials and thicknesses on the fracture resistance of occlusal veneers. *Oper Dent.* 2018; 43(5): 539-48.
- 64: Alamoush RA, Silikas N, Salim NA, Al-Nasrawi S, Satterthwaite JD. Effect of the composition of CAD/CAM composite blocks on mechanical properties. *Biomed Res Int.* 2018; 2018:1-8.
- 65: Yazigi C, Schneider H, Chaar MS, Rüger C, Haak R, Kern M. Effects of artificial aging and progression of cracks on thin occlusal veneers using SD-OCT. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018; 88: 231-7.
- 66: Morais A, Santos ARA, Giannini M, Reis AF, Rodrigues JÁ, Arrais CAG. Effect of pre-heated dual-cured resin cements on the bond strength of indirect restorations to dentin. *Braz Oral Res.* 2012; 26 (2): 179-6.
- 67: Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014; 42(8): 993-1000.
- 68: Tauböck TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: effects on shrinkage force and monomer conversion. *J Dent.* 2015; 43(11): 1358-64.
- 69: Misilli T, Gönülol N. Water sorption and solubility of bulk-fill composites polymerized with a third generation LED LCU. *Braz Oral Res.* 2017; 31: e80.
- 70: Gresnigt MMM, Özcan M, Carvalho M, Lazari P, Cune MS, Razavi P, Magne P. Effect of luting agent on the load to failure and accelerated-fatigue resistance of lithium disilicate laminate veneers. *Dent Mater.* 2017; 33(12): 1392-401.

- 71: Bakaus TE, Gruber YL, Reis A, Gomes OMM, Gomes GM. Bond strength values of fiberglass post to flared root canals reinforced with different materials. *Braz Oral Res.* 2018; 32: 1-9.
- 72: Lima MO, Catelan A, Marchi GM, Lima DANL, Martins LRM, Aguiar FHB. Influence of pre-heating and ceramic thickness on physical properties of luting agents. *Braz Dent J.* 2018; 16(4) 252–9
- 73: Goulart M, Veleda BB, Damin D, Ambrosano GMB, de Souza FHC, Erhardt MCG. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *Int J Esthet Dent.* 2018; 13(1): 86-97.
- 74: Tomaselli LO, Oliveira DCRS, Favarão J, Silva AF, Souza FCP, Geraldeli S, et al. Influence of pre-heating regular resin composites and flowable composites on luting ceramic veneers with different thicknesses. *Brazilian Dental Journal.* 2019; 30(5): 459-66
- 75: Coelho NF, Barbon FJ, Machado RG, Boscato N, Moraes RR. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic. *Dent Mater.* 2019; 35 (10): 1430-8
- 76: Schneider LFJ, Ribeiro RB, Liberato WF, Salgado VE, Moraes RR, Cavalcante LM. Curing potential and color stability of different resin-based luting materials. *Dent Mater.* 2020; 36(10): e309-15.
- 77: Lopes LCP, Terada RSS, Tsuzuki FM, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials-a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(12): 4225-35.
- 78: Wang RT, Katsube N, Seghi RR, Rokhlin SI. Statistical failure analysis of brittle coatings by spherical indentation: theory and experiment. *J Mater Sci.* 2006; 41: 5441-54.
- 79: Gale, MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999; 27(2): 89-99.
- 80: International Organization for Standardization (ISO). Guidance on testing of adhesion to tooth structure: TR 11405. Geneva: ISO; 1994 p.1-14.
- 81: Thompson VP, Rekow DE. Dental ceramics and the molar crown testing ground. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12(sp. issue): 26-36.
- 82: Puschmann D, Wolfart S, Ludwig K, Kern M. Load-bearing capacity of all-ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117 (3): 312-8.

- 83: El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, Watts DC. Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dent Mater.* 2012; 28(12):1292-300.
- 84: Sandoval MJ, Rocca GT, Krejci I, Mandikos M, Dietschi D. Assessing the tooth-restoration interface wear resistance of two cementation techniques: effect of a surface sealant. *Clin Oral Investig.* 2015; 19(9): 2167-77.
- 85: Facenda JC, Borba M, Corazza PH. A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN). *J Esthet Restor Dent.* 2018 Jul; 30(4):281-286.
- 86: Fortin D, Swift Jr EJ, Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. *Dent Mater.* 1994; 10(4): 253–8.

Não autorizo a publicação deste trabalho até 5 de março de 2023.

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 05 de março de 2021.

Thais Piragine Leandrin